COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-VINGTIÈME.

JANVIER — JUIN 1895.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1895

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1895.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ☼).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ☼).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ☼).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ☼).
PICARD (Charles-Émile) ☼.
APPELL (Paul-Émile) ☼.

SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henri-Amé) (O. ☼).
LÉVY (Maurice) (O. ☼).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ☼.
DEPREZ (Marcel) (O. ☼).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ☼).
LÉAUTÉ (Henry) ☼.

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ☼).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ☼).
LŒWY (Maurice (O. ☼).
TISSERAND (François-Félix) (O. ☼).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ☼.
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') ☼.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ☼).
GRANDIDIER (Alfred) ☼.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ☼).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ☼).
GUYOU (Émile) (O. ☼).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
CORNU (Marie-Alfred) (O. ✻).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
LIPPMANN (Gabriel) (O. ✻).
BECQUEREL (Antoine-Henri) ✻.
POTIER (Alfred) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

FRIEDEL (Charles) (O. ✻).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ✻).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ✻).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) ✻.
MOISSAN (Henri) ✻.
GRIMAUX (Louis-Édouard) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ✻.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ✻.
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ✻).
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ✻).
GIRARD (Aimé) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ✻).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ✻).
SAPPEY (Philibert-Constant) (C. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) ✻.
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (O. ✻).
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (O. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

PASTEUR (Louis) (G. C. ✻).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ✻).
N . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (C. ✻).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻).
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernst), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph) (O. ✻), à Oxford.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE, à Leipzig.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Beltrami (Eugène), à Rome.
Sire (Georges-Étienne), à Besançon.
Considère (Armand-Gabriel), ✻, à Quimper.
Amsler (Jacob), à Schaffhouse.
Vallier (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Lorient.
Riggenbach (Nicolas), ✻, à Olten (Suisse).

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Cayley (Arthur), à Cambridge.
Struve (Otto-Wilhelm) (c. ✻), à Pulkowa.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Stephan (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
Hall (Asaph), à Washington.
Gyldén (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
Schiaparelli (Jean-Virginius), à Milan.
Gould (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).
Langley (Samuel), à Washington.
Auwers (Arthur), à Berlin.
Rayet (Georges-Antoine-Pons) ✻, à Bordeaux.
Perrotin (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Richards (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Teffé (le baron de), à Rio-de-Janeiro.
Serpa Pinto (Alexandre-Albert da Rocha de), ✻, à Lisbonne.
Grimaldi (Albert-Honoré-Charles) (g. c. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
Manen (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (o. ✻), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
Tillo (Alexis de), à Saint-Pétersbourg.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ☼, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ☼, à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin), ☼, à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ☼), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper), à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

FRANKLAND (Edward) à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ☼, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) ☼, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ☼, à Nancy.
KEKULÉ (Friedrich-August), à Bonn.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ☼), à Londres.
CANNIZARO (Stanislas), à Rome.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shorehand, near Sevenaoks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ☼, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ☼, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN, à Berlin.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
N.. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.
HELLRIEGEL, à Bernburg (Anhalt) (Allemagne).
PAGNOUL (Aimé), à Arras.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

LOVEN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).
HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
MARION (Antoine-Fortuné ✻, à Marseille.
N. . . . .
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✻, à Lyon.
LUDWIG (Carl), à Leipzig.
N . . . .
N . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. A. Cornu obtient.	. . . .	42 suffrages.
M. Tisserand »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. A. Cornu, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1895.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1895.

MM. **Fizeau** et **Daubrée** réunissent la majorité des suffrages.

M. **Maurice Lœwy**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1894.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1895.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXVI (1er semestre 1893) et le Tome CXVII (2e semestre 1893) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1894 ont été mis en distribution avec la régularité ordinaire.

Mémoires présentés. — Un Mémoire de M. Désiré André, intitulé : « Mémoire sur le triangle des séquences » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 1).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1894.

Membres décédés.

Section de Chimie : M. **Fremy**, décédé le 2 février.

Section de Minéralogie : M. **Mallard**, décédé le 6 juillet.

Section de Botanique : M. **Duchartre**, décédé le 5 novembre.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Brown-Séquard**, décédé le 1er avril.

Académiciens libres : M. **Favé**, décédé le 14 mars 1894; M. **de Lesseps**, le 7 décembre.

Membres élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **Guyou**, le 15 janvier, en remplacement de M. l'amiral Pâris, décédé.

Section de Chimie : M. **Grimaux**, le 16 avril, en remplacement de M. Fremy, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Aimé Girard**, le 12 février, en remplacement de M. Chambrelent, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **d'Arsonval**, le 4 juin, en remplacement de M. Brown-Séquard, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Mallard**, décédé le 6 juillet.
Section de Botanique : M. **Duchartre**, décédé le 5 novembre.
Académicien libre : M. **de Lesseps**, décédé le 7 décembre.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1894.

Membres décédés.

M. **Van Beneden**, décédé en janvier.
M. **Helmholtz**, décédé le 8 septembre.
M. **Tchébichef**, décédé le 8 décembre.

Membres à remplacer.

M. **Kummer**, décédé le 14 mai 1893.
M. **Van Beneden**, en janvier.
M. **Helmholtz**, le 8 septembre.
M. **Tchebichef**, le 8 décembre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1894.

Correspondants décédés.

Section de Chimie : M. **de Marignac**, à Genève, décédé le 15 avril.
Section de Minéralogie : M. **Scacchi**, à Naples, décédé en janvier.
Section de Botanique : M. **Pringsheim**, à Berlin, décédé le 6 octobre.

Section d'Anatomie et de Zoologie : M. **Cotteau**, à Auxerre, décédé le 10 août.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Hannover**, à Copenhague, décédé le 7 juillet; M. **Rollet**, à Lyon, décédé le 2 août.

Correspondants élus.

Section de Physique générale : M. **Blondlot**, à Nancy, le 15 mai, en remplacement de M. Helmholtz, précédemment élu Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Cannizaro**, à Rome, le 11 juin, en remplacement de M. de Marignac, décédé.

Section de Minéralogie : M. **de Richthofen**, à Berlin, le 31 décembre, en remplacement de M. Kokscharow, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Pagnoul**, à Arras, le 22 janvier, en remplacement de M. de Gasparin, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Wolf**, à Zurich, décédé le 6 décembre 1893.

Section de Géographie et Navigation : M. le baron **de Nordenskiöld**, à Stockholm, élu Associé étranger, le 12 juin 1893.

Section de Minéralogie : M. **Scacchi**, à Naples, décédé en janvier.

Section de Botanique : M. **Pringsheim**, à Berlin, décédé le 6 octobre.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Cotteau**, à Auxerre, décédé le 10 août.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Hannover**, à Copenhague, décédé le 7 juillet; M. **Rollet**, à Lyon, décédé le 2 août.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Préparation, au four électrique, de graphites foisonnants.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué, dans un précédent Mémoire ([1]), une méthode de préparation du graphite foisonnant, en dissolvant le charbon dans du platine à la température d'ébullition de ce métal ([2]).

» Dans l'ensemble de nos recherches sur les différentes variétés de graphites, nous avons obtenu ce résultat assez curieux, que tous les graphites obtenus par l'action seule d'une température très élevée, sur une variété quelconque de carbone (diamant, noir de fumée) ou par condensation de la vapeur de carbone, ne présentaient pas trace de foisonnement sous l'action de l'acide nitrique concentré. Au contraire, tous les graphites préparés à haute température par solubilité du carbone dans un métal quelconque en fusion étaient foisonnants.

» Le zirconium, le vanadium, le molybdène, le tungstène, l'uranium, le chrome fournissent des graphites foisonnants. Il en est de même de l'aluminium, qui ne se sature de carbone qu'à haute température. Et le phénomène du foisonnement sous l'action de l'acide azotique ne provient pas seulement de l'action du métal sur le carbone, mais surtout de là température à laquelle le graphite est produit.

» En effet, une fonte grise de Saint-Chamond nous a donné, après attaque par le chlore et destruction du carbone amorphe par l'acide azotique, un graphite qui ne se gonflait nullement en présence de l'acide azotique par une légère élévation de température. La même fonte, chauffée fortement au four électrique sous l'action d'un arc de 2000 ampères et 50 volts, a fourni par refroidissement un graphite très foisonnant ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 608.

([2]) Ce graphite foisonnant n'avait pu être préparé jusqu'ici.

([3]) Dans l'étude que nous avons faite de la terre à diamants des puits du Cap, nous avons indiqué que cette brèche serpentineuse renfermait en plus grande quantité que le diamant un graphite cristallisé foisonnant. Les cendres de ce graphite étaient très ferrugineuses.

» Je rappellerai que ce foisonnement se produit sous l'action de l'acide azotique monohydraté. On peut même sécher le graphite imbibé d'acide à l'étuve à 120° pendant toute une journée, et, aussitôt que la température s'élève, la masse se gonfle abondamment par la calcination.

» Pour toutes ces variétés de graphite produites sous l'action d'une chaleur intense, la température de foisonnement n'est pas très élevée. Elle oscille entre 165° et 175°. On voit donc qu'il est inutile de porter ce graphite jusqu'au rouge sombre.

» Nous avons enfermé dans un tube de verre une petite quantité de ce graphite foisonnant, préalablement additionné d'acide azotique, puis séché à l'étuve. Après avoir fait le vide dans le tube, on l'a fermé à la lampe. Le foisonnement se produit dans le vide à la température indiquée précédemment, et il se dégage un mélange gazeux contenant de l'acide carbonique, de l'azote et des vapeurs rutilantes, tandis que quelques gouttelettes d'acide azotique viennent se condenser sur les parois du tube.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, ce foisonnement peut donc être attribué au dégagement brusque d'un certain volume de gaz dilaté par la chaleur.

» Ces expériences établissent donc que les graphites foisonnants préparés dans les laboratoires peuvent être aussi nombreux que ceux qu'on rencontre dans la nature; elles permettront sans doute d'expliquer la formation des graphites naturels foisonnants dont certains fournissent, comme on le sait, des cendres le plus souvent très riches en oxyde de fer. Ces graphites paraîtraient donc avoir été produits à une température assez élevée, sans grande pression, au sein de masses de fer qui sembleraient avoir disparu ensuite sous l'action de corps gazeux tels que l'acide chlorhydrique [1].

» Le graphite est un corps qui résiste à la plupart des agents chimiques. Au rouge sombre, la vapeur d'eau et l'air n'ont aucune action sur lui. Il s'est donc trouvé séparé de sa gangue métallique, et il a formé des amas plus ou moins grands ou il a été disséminé dans les roches.

» De toutes ces expériences nous pouvons conclure, au point de vue chimique, qu'une élévation de température assez grande amène une variété quelconque de carbone à la forme de graphite foisonnant ou non foisonnant.

---

[1] Cette formation d'un chlorure de fer facilement volatil pourrait être la cause de la dissémination du fer pendant les premières périodes géologiques.

» Certains composés, en particulier les corps iodés, peuvent déterminer cette transformation à plus basse température, comme M. Berthelot l'a démontré. Mais ce sont là des réactions comparables à celles de l'iode sur le phosphore ordinaire, qui permettent à une polymérisation de se produire un peu plus tôt sans modifier le sens général du phénomène.

» Le graphite est la variété de carbone stable à haute température; toutes nos recherches le démontrent surabondamment. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des nerfs vasomoteurs des veines.* Note de M. L. **Ranvier.**

« Claude Bernard a établi que la circulation du sang dans les vaisseaux est sous la dépendance de nerfs auxquels il a donné le nom de *vaso-moteurs*.

» L'expérience classique pour démontrer l'existence des nerfs vaso-moteurs consiste à couper, chez un lapin, le filet sympathique cervical. Un instant après la section du nerf, l'oreille se congestionne. Tous les vaisseaux, artères, veines et capillaires, y sont dilatés par le sang. On ne sait encore si la dilatation des veines est, comme celle des artères, la conséquence de la paralysie de leur tunique musculaire, ou si elle n'est pas simplement le résultat de l'augmentation de la tension sanguine. En effet, les veines ayant une paroi mince et extensible, si le sang y arrive des artères en plus grande abondance et sous une pression plus grande que d'habitude, on conçoit qu'elles puissent se laisser distendre sans qu'il y ait paralysie de leurs éléments contractiles.

» La question des nerfs vaso-moteurs des veines reste donc entière après l'expérience de Claude Bernard. Cette question a cependant une grande importance pour la Physiologie et la Pathologie. J'ai fait remarquer moi-même, il y a près de trente ans, que les effets des vaso-moteurs doivent être tout autres suivant que leur action porte sur les artères ou sur les veines. Supposons que, sous leur influence, les artères se contractent, il y aura un apport moins considérable de sang dans les capillaires et, par suite, de l'anémie. Si, au contraire, l'action des vaso-constricteurs se fait sentir sur les veines seules, il se produira de la congestion avec stase.

» Il paraissait fort difficile, au premier abord, de montrer expérimentalement que les veines sont soumises aux vaso-moteurs. Je l'ai longtemps cherché. J'y suis arrivé seulement dans ces derniers temps, et cela par un

procédé fort simple, tellement simple que, pour le mettre en pratique, il n'est pas du tout nécessaire d'être physiologiste.

» Je suis obligé de rappeler d'abord une Note antérieure dans laquelle j'ai montré que, chez le Lapin, on peut produire les effets de la vaso-dilatation artérielle en pressant transversalement avec l'ongle l'artère auriculaire contre le cartilage de l'oreille. L'artère se dilate au-dessus du point comprimé tandis qu'au-dessous elle conserve son calibre habituel. Ce n'est pas la compression de l'artère elle-même qui amène ce résultat. Il doit être attribué à la paralysie des nombreux faisceaux nerveux qui sont dans son voisinage immédiat et qui ont été atteints par l'action mécanique. L'artère résiste, mais les nerfs plus fragiles sont coupés.

» Voici maintenant les expériences nouvelles que je veux communiquer aujourd'hui :

» 1° Si, après avoir déterminé la dilatation de l'artère auriculaire par le procédé que je viens d'indiquer, on comprime de la même façon, toujours avec l'ongle, la veine marginale externe, celle-ci se dilate au-dessus du point comprimé; 2° La compression de la veine marginale suffit à amener sa dilatation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir au préalable paralysé l'artère médiane.

» La dilatation des veines au delà de la région comprimée est liée à la destruction mécanique des filets nerveux qui les accompagnent et qui président à l'innervation de leurs éléments musculaires. Il y a donc des vaso-moteurs veineux comme il y en a d'artériels. Je pourrais relater encore plusieurs expériences que j'ai faites pour établir l'exactitude de cette manière de voir. Je ne les donne pas ici parce qu'elles concourent simplement à la confirmer. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur les premières campagnes scientifiques de la « Princesse-Alice ».* Note du Prince **Albert Ier de Monaco.**

« Le fonctionnement du matériel scientifique, installé sur la *Princesse-Alice*, est aujourd'hui complet, et une véritable campagne zoologique et océanographique vient d'avoir lieu. Mais les essais de 1892 et de 1893 n'avaient pas été infructueux et leurs résultats sont compris dans la présente Note.

» *Océanographie.* — Au cours de ces trois années, 58 sondages ont été opérés dans le bassin occidental de la Méditerranée, le détroit de Gibraltar

et le golfe de Gascogne, au large des côtes occidentales du Maroc, du Portugal et de l'Espagne, jusqu'à la profondeur de 4898^{m}; 46 échantillons d'eau ont été prélevés dans ces mêmes régions, excepté dans le golfe de Gascogne, jusqu'à la profondeur de 3295^{m}. Chacune de ces opérations a été accompagnée d'une prise de température.

» M. le Professeur Buchanan, jadis membre de l'expédition du *Challenger,* a déterminé en partie dans le laboratoire de la *Princesse Alice,* au moment même des opérations, et en partie dans son propre laboratoire d'Édimbourg, la densité et l'alcalinité de ces échantillons et d'un nombre considérable d'autres, pris journellement à la surface.

» Ces travaux ont confirmé certains faits énoncés par Gwynn Jeffreys et par Carpenter.

» Durant les voyages de 1893 et de 1894, les opérations océanographiques, que l'on faisait précédemment au moyen de fils d'acier, ont eu lieu sur un câble du même métal composé de trois torons de trois fils P, qui offre une souplesse et une résistance bien supérieures sous un diamètre encore très petit ([1]).

» Les bouées des appareils pour la Zoologie, que j'ai réussi cette année à poser jusqu'à une profondeur de près de 5000^{m}, où elles restaient un ou deux jours, constituaient en pleine mer des points fixes, au moyen desquels j'ai pu faire, sur la direction et sur la vitesse des courants, certaines observations qui ont confirmé les résultats de mes anciennes expériences par le flottage ([2]). Ainsi, j'ai vu, à 80 milles au large de la côte occidentale du Maroc, que la direction des eaux oscillait durant vingt-quatre heures entre le S. 19° O. et le S. 19° E., sans doute influencée par les marées. Depuis cette région jusque près du golfe de Gascogne, la marche des eaux ne s'écartait pas beaucoup du Sud.

» Ces observations, répétées sur un grand nombre de points et à des époques différentes, constitueraient la meilleure méthode pour une étude très exacte des courants.

» *Zoologie.* — De 1892 à 1894, j'ai fait, dans le bassin occidental de la Méditerranée, plusieurs dragages, dont les résultats insignifiants confirment la pauvreté des grands fonds de cette mer en animaux que le chalut peut atteindre, et signalée par les explorateurs précédents.

» Mais quatorze descentes de nasse ont montré, jusqu'à la profondeur

([1]) Résistance : 250^{kg}; diamètre : 2^{mm},3.

([2]) *Comptes rendus*, 8 février 1892.

de 2230^{m}, entre Monaco et la Corse, une abondance de poissons et de Crustacés comparable à celle de l'Atlantique; une nasse a rapporté, en effet, 89 Squales noirs [1] (*Centrophorus squamosus*) et une autre 33 Crustacés (*Acantephyza pulchra*).

» La campagne très sérieuse que j'ai accomplie, en 1894, dans l'Atlantique a été contrariée par la persistance extraordinaire des vents du nord au nord-est, qui n'ont pas cessé vingt-quatre heures, pendant soixante-dix jours, de souffler sur le champ d'exploration choisi par la *Princesse Alice*, entre les Canaries et la Manche, et cela avec une violence qui rendait fort difficiles, quand elle ne les empêchait pas, mes travaux déjà si délicats.

» Néanmoins douze descentes de nasse, dont l'une a atteint la profondeur considérable de 4898^{m} pour la première fois, ont présenté des résultats fort intéressants. Tout en me donnant des animaux qu'il est impossible d'obtenir par d'autres moyens, elles m'ont permis de cuber, en quelque sorte, l'abondance de certaines espèces sur un point donné.

» Dans le détroit de Gibraltar, une nasse demeurée vingt heures à 924^{m} de profondeur est remontée avec sept Congres (*Conger vulgaris*) énormes, dont l'inertie totale et le gonflement de la vessie natatoire faisaient supposer la mort par décompression des organes et des tissus, quand ils reprirent une vitalité telle qu'il fallut les assommer à coups de bâton pour s'en rendre maître.

» La visite du banc Gorringe, situé par 36°31' lat. N. et 13°54' long. O., malheureusement interrompue par le mauvais temps, a permis d'y constater la présence d'une faune littorale extraordinairement abondante. Une heure de pêche avec trois ou quatre lignes a fourni environ 90^{kg} de poisson (*Serranus* et *Labrus*) de la profondeur de 60^{m}; une nasse laissée pendant dix-huit heures à 175^{m}, est remontée avec 4 *Conger vulgaris*, 160 Crevettes du genre *Pandalus* et une centaine de *Comatules*. D'autre part, on voyait à la surface, des quantités de poissons grands et petits.

» Deux nasses, descendues à 3610^{m} et à 3789^{m} au large du Maroc et du Portugal, ont rapporté des poissons voisins des *Paraliparis*.

» Une autre nasse, laissée pendant quinze heures dans une profondeur de 1674^{m} au large de la Corogne, est remontée avec 251 poissons (*Simenchelys parasiticus* et *Synaphobranchus pinnatus*). C'est la première fois que ces deux espèces de poissons trouvées d'abord et en nombre considérable dans mes nasses aux Açores, paraissent dans les mers d'Europe.

---

(1) *Comptes rendus*, 9 juin 1890.

» Une autre nasse encore, descendue à 2620^{m} dans le golfe de Gascogne et laissée pendant vingt heures, nous a montré, en compagnie de 11 *Simenchelys* et de 9 grands Amphipodes (*Hoplonyx cicada*), un Squale (*Centrophorus*) long de 0^{m},80 dont les parties molles, musculaires et tendineuses avaient été totalement dévorées par de petits crustacés, et dont la peau intacte sur la charpente osseuse s'affaissa comme un sac vide quand elle fut sortie de l'eau. Un certain nombre de ces crustacés, remarquables par leur puissance destructive, car ils ont dévoré en quelques heures environ 4^{kg} de matière organique, sont remontés dans les petites nasses que je mets toujours à l'intérieur des grandes.

» Je viens donc pour la première fois d'employer les nasses avec succès jusqu'à une profondeur voisine de 4000^{m}, et j'ai réussi, en les laissant séjourner plus longtemps qu'autrefois, à capturer des animaux à marche lente, tels que des Mollusques, des Comatules et des Ophiures. D'autre part, une descente de nasse et un dragage opérés simultanément sur un point situé par 43°52′ latitude nord et 11°22′ longitude ouest, dans une profondeur de 1674^{m}, ont montré que ces deux systèmes ne font pas double emploi, tandis que la nasse remontait des *Simenchelys* et des *Synaphobranchus*, le chalut ne rapportait aucun de ces poissons, mais des Macroures, des Pycnogonides, des Crinoïdes, des Astéries, des Oursins, etc.

» J'ai obtenu le bras d'un Céphalopode pélagique remarquable, en attachant un filet très léger à la bouée de mes nasses; je comptais sur le courant pour tenir ouvert ce simple appareil et pour y amener des objets flottants ([1]).

» Mon ancien chalut de surface de l'*Hirondelle* a donné, entre autres résultats, des Céphalopodes pélagiques transparents et fort petits.

» Quatre dragages opérés dans l'Atlantique, depuis la profondeur de 552^{m} jusqu'à celle de 3745^{m}, ont été assez peu productifs.

» Dans l'Atlantique et dans la Méditerranée, de nombreux Dauphins, des Tortues et plusieurs centaines de poissons ont été disséqués par M. Jules Richard pour la recherche de leurs parasites et l'examen de leur nourriture. L'estomac d'un Dauphin pris en Méditerranée a fourni de la sorte un Céphalopode nouveau (*Chtenopteryx cyprinoïdes*) décrit par M. Joubin ([2]).

» M. Richard, analysant à bord les gaz de la vessie natatoire des Simen-

---

([1]) *Comptes rendus*, 24 octobre 1887.

([2]) *Bull. soc. zool. de France*; avril 1894.

chelys pris à 1674^m, y a trouvé une proportion considérable d'oxygène.

» Enfin, j'ai fait, depuis 1892, partout où j'ai été, des expériences sur l'attraction des animaux pélagiques au moyen de la lumière artificielle. Une lampe électrique étanche de 50 bougies, descendue à 2^m de profondeur, était entourée au bout de cinq minutes par un nuage de Crustacés et d'Annélides très petits dont les espèces variaient suivant les localités. Il venait aussi des poissons tels que des Scopélidés, des Poissons volants (*Exocœtus Rondeleti*), des *Belone belone* et même des Céphalopodes. On capturait facilement tous ces animaux avec un simple filet à papillons.

» Le peintre attaché depuis longtemps à mes campagnes scientifiques, M. Marius Borrel a pris les couleurs de tous les organismes pour lesquels cela semblait utile.

» En somme l'outillage scientifique de la *Princesse-Alice* est complet, quoique s'améliorant sans cesse, et les savants qui ont travaillé dans son laboratoire l'ont trouvé tout à fait pratique et commode. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Scacchi*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Matheron obtient	38 suffrages
M. de Rouville »	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Matheron**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-H. West** adresse une Note intitulée : « Pourquoi les chats retombent-ils toujours sur leurs pattes? »

(Commissaires : MM. Marey, Marcel Deprez, Picard, Appell, Guyou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, qui a été adressée à M. le Président par l'Ambassade impériale de Russie :

« Paris, le 12 décembre 1894.

» Monsieur le Président,

» L'adresse, par laquelle vous avez bien voulu, ainsi que les Représentants des cinq Académies, exprimer la vive part que l'Institut de France avait prise au deuil où la Russie a été plongée à la suite du décès de Sa Majesté l'Empereur Alexandre III, a été placée sous les yeux de son Auguste Fils l'Empereur Nicolas II.

» Très sensible aux sentiments dont, au nom de l'Institut, vous avez bien voulu vous faire l'interprète, Sa Majesté a daigné ordonner de vous en exprimer tous ses remercîments, en vous priant d'en être l'organe autorisé auprès de l'Institut de France que vous présidez.

» Je suis heureux, Monsieur le Président, d'être appelé à servir d'intermédiaire auprès de vous, à l'expression des sentiments de gratitude de mon Auguste Souverain, et vous prie de vouloir bien agréer, en même temps, l'hommage de ma très haute considération.

» *Le Chargé d'Affaires de Russie,*
« De Giers. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Paris, le 3 janvier 1895.

« Monsieur le Président,

» M. le Ministre des Affaires étrangères vient de me communiquer une dépêche dans laquelle l'Ambassadeur de la République à Berlin lui rend compte de la cérémonie célébrée, le 14 de ce mois, en l'honneur de feu M. *de Helmholtz,* Associé étranger de l'Académie des Sciences.

» M. Herbette, qui assistait à cette cérémonie, annonce à mon Collègue que Mme de Helmholtz, en le remerciant de sa présence, a ajouté qu'elle avait été très sensible à l'hommage rendu à son mari dans la dernière séance plénière de l'Institut de France.

» Je m'empresse de vous faire part des sentiments exprimés par la veuve de l'illustre savant et je vous serai très reconnaissant de vouloir bien les porter à la connaissance de vos confrères. »

M. **Berthelot** annonce, à cette occasion, qu'une souscription est ouverte à Berlin, pour l'érection d'un monument à M. *von Helmholtz.*

MM. **Blanc, Le Chatelier, H. Willotte** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M[me] V[ve] **Elliot** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par son mari feu M. Elliot, le 8 janvier 1894, et inscrit sous le n° 4973.

Ce pli, ouvert en séance, contient une analyse du travail de M. Elliot qui a été honoré d'une mention dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 30[e] année du « Journal du Ciel », publié par M. *Joseph Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Addition à la théorie du mouvement de Saturne par Le Verrier et rectification des Tables.* Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Tisserand.

« Les Tables du mouvement de Saturne, construites par Le Verrier, et fondées sur les résultats que lui a donnés la méthode d'interpolation, représentent imparfaitement les observations antérieures à leur publication, plus imparfaitement encore celles qui ont été faites dans les années suivantes.

» Devait-on en conclure que la méthode est défectueuse, ou simplement admettre l'existence de quelque erreur dans l'application qui en a été faite?

» Pour nous, qui avons vu Le Verrier à l'œuvre, qui avons été son modeste auxiliaire dans ce travail, et qui savons avec quelle conviction et avec quel soin méticuleux il en a élaboré le plan, la première hypothèse était peu vraisemblable et la seconde seule admissible. Nous ajouterons, pour répondre à une objection souvent répétée, que si la méthode d'interpolation n'était pas la plus satisfaisante pour l'esprit, au point de vue de l'analyse pure, elle était du moins la plus sûre pour obtenir la somme totale des termes qui sont du troisième ordre par rapport aux masses, et sans lesquels on ne peut espérer d'arriver à une représentation précise et durable du mouvement de Saturne.

» Mettant en pratique le conseil donné par Le Verrier, après avoir revu toutes les formules sans y rien découvrir de suspect, nous avons appliqué

exactement la même méthode à la détermination des perturbations pour les époques 2350 et 2850 : les résultats, comparés terme à terme à ceux que Le Verrier avait trouvés pour 1850, ont donné, sauf pour la grande inégalité, des différences identiques à celles qu'on déduit de l'analyse. Il n'y avait donc pas eu d'erreur sérieuse dans les calculs.

» Revenant à plusieurs reprises à l'examen des formules, nous avons fini par découvrir, non une erreur qui eût été probablement plus facile à trouver, mais une omission grave, commise en donnant à ces formules la forme pratique nécessaire pour la mise à exécution du travail.

» Le Verrier donne, pour l'expression des parties principales des perturbations des éléments [1] :

$$\frac{1}{n}\frac{d\varepsilon'}{dt} = -\frac{2m\nu}{\mu'}\,a'^2\,\frac{dR(1,0)}{da'},$$
$$\frac{1}{n^2}\frac{d^2\rho'}{dt^2} = -\frac{3m\nu^2}{\mu'}\,a'\,\frac{dR(1,0)}{d\varepsilon'},$$
$$\frac{1}{n}\frac{d\varpi'}{dt} = -\frac{m\nu}{\mu'\operatorname{tang}\psi'}\,a'\,\frac{dR(1,0)}{de'},$$
$$\frac{1}{n}\frac{de'}{dt} = -\frac{m\nu}{\mu'\operatorname{tang}\psi'}\,a'\,\frac{dR(1,0)}{d\varpi'}.$$

» Ces formules sont exactes, mais, en les développant, il attribue une valeur numérique constante aux facteurs ν et ν^2, comme s'il n'avait eu à calculer que les perturbations du premier ordre par rapport aux masses.

» La variation du moyen mouvement n' étant liée à celle du demi grand axe a' par la relation $\frac{\delta n'}{n'} = -\frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$, de $\nu = \frac{n'}{n}$, on déduit facilement $\frac{\delta\nu}{\nu} = -\frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$ et $\frac{\delta(\nu^2)}{\nu^2} = -3\frac{\delta a'}{a'}$ [2]. Il résulte de là que, dans les formules développées en vue du calcul des termes d'ordres supérieurs, on doit remplacer ν et ν^2 respectivement par $\nu\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}\right)$ et $\nu^2\left(1 - 3\frac{\delta a'}{a'}\right)$; ce qui revient à dire que toutes les dérivées calculées par Le Verrier doivent être multipliées, selon les cas, par $1 - \frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$ ou par $1 - 3\frac{\delta a'}{a'}$; chaque valeur

---

(1) *Voir*, pour les notations, *Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. XI, addition au Chapitre XXI.

(2) Il n'y a pas lieu de tenir compte des variations du diviseur n (moyen mouvement de Jupiter), introduit dans les formules pour la commodité du calcul et finalement éliminé en multipliant tous les résultats par la valeur constante qui lui avait été attribuée au début.

de $\delta a'$ correspondant aux mêmes positions de Jupiter et de Saturne que la dérivée considérée.

» On trouve ainsi qu'on doit ajouter aux résultats primitivement obtenus un certain nombre de termes dont voici les principaux (ceux dont le coefficient atteint ou dépasse 1″).

$$\begin{aligned}
\Delta.\delta l' &= +2'',02\sin\zeta + 1'',88\sin 2\zeta - 1'',13\sin(l'+\zeta) + 23'',03\sin V\\
&\quad + 0'',92\cos V \qquad\qquad V = 3l' + 2\zeta,\\
\Delta.\delta e' &= -1'',26\sin(l'-\zeta) - 3'',05\sin l' + 1'',43\sin(l'+\zeta) + 0'',84\sin V\\
&\quad - 1'',02\cos V,\\
\Delta.e'\delta\varpi' &= +1'',27\cos(l'-\zeta) + 3'',09\cos l' - 1'',52\cos(l'+\zeta) - 0'',99\sin V\\
&\quad - 0'',79\cos V\,;
\end{aligned}$$

ce à quoi il faut ajouter, pour les variations séculaires : $\frac{d\varepsilon'}{dt} = -1'',31$, $\frac{de'}{dt} = +0'',007\,65$ et $e'\frac{d\varpi'}{dt} = -0'',022\,27$. En tenant compte de ces deux dernières corrections, l'excès des résultats fournis par l'interpolation sur ceux que l'on déduit de l'analyse se réduit, après deux petites corrections faites aux résultats primitifs, à $\Delta\frac{de'}{dt} = -0'',007\,32$ et $\Delta e'\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',004.15$.

» Quant au terme séculaire de $\frac{d^2\rho'}{dt^2}$, que Le Verrier avait trouvé égal à $+0'',000\,204$ et qui, après rectification d'une erreur, était en réalité $+0'',000\,466$, il se trouve réduit à $+0'',000\,033$, résultat correspondant à un résidu de 22 unités du dernier ordre, sur une somme de 1536 nombres dont chacun est fourni par des opérations multiples. Ce résultat étant plusieurs fois inférieur à son erreur probable peut être considéré comme nul. Il en résulte que, pour Saturne tout au moins, il n'y a pas de variation séculaire sensible du moyen mouvement, et par conséquent du grand axe, même en tenant compte des termes du troisième ordre.

» Le Verrier, ayant trouvé pour l'époque 1850 des différences notables entre les coefficients de la grande inégalité (argument $V = 5l - 2l'$) fournis par l'analyse et ceux que donnait l'interpolation, n'avait point osé se servir de ceux-ci, et avait conservé les premiers dans la construction de ses Tables. La marche régulière et progressive de ces différences, aux époques 2350 et 2850, comparées à l'époque 1850, fait disparaître tous les doutes à cet égard : ce sont bien les coefficients fournis par l'interpolation qu'il faut employer. Il en résulte qu'on doit ajouter, de ce chef,

aux perturbations données par les Tables, les corrections totales :

$$\begin{aligned}
\delta l' = &+(+67'',20 + 4'',26\upsilon - 14'',14\upsilon^2)\sin V\\
&+(-\ 5'',92 - 21'',10\upsilon + 2'',49\upsilon^2)\cos V\\
&+(+\ 3'',14 + 4'',52\upsilon - 1,90\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(+\ 0'',56 + 0'',68\upsilon - 1'',65\upsilon^2)\cos 2V,\\
\delta e' = &+(+\ 1,21 + 0'',24\upsilon - 0'',70\upsilon^2)\sin V\\
&+(-\ 5'',40 + 0'',79\upsilon - 0'',09\upsilon^2)\cos V\\
&+(+\ 0'',48 - 0'',13\upsilon + 0'',11\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(-\ 0'',41 + 0'',21\upsilon - 0'',15\upsilon^2)\cos 2V,\\
e'\delta\varpi' = &+(-\ 1'',29 + 0'',00\upsilon + 0'',35\upsilon^2)\sin V\\
&+(-\ 0'',54 - 0'',57\upsilon + 0'',53\upsilon^2)\cos V\\
&+(-\ 0'',80 - 0'',66\upsilon + 0'',23\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(-\ 1'',09 + 0'',51\upsilon + 0'',04\upsilon^2)\cos 2V,
\end{aligned}$$

en posant, comme Le Verrier, $\upsilon = \frac{t - 1850}{500}$.

» Ces corrections considérables proviennent des termes du troisième ordre, comme nous avons pu nous en assurer par le calcul analytique direct de quelques-uns de ces termes, calcul qui nous a donné des coefficients comparables en grandeur aux précédents. Nous avons, d'ailleurs, bientôt reconnu que le nombre de ces termes est si considérable, leur provenance si diverse, qu'il y a tout lieu de craindre d'en omettre un grand nombre, et non des moindres, par le calcul analytique; d'où notre conviction que pour cet objet spécial la méthode d'interpolation est de beaucoup la plus sûre.

» Dans ce qui précède, nous avons énuméré les modifications qu'il convient de faire subir à la partie des Tables représentant les perturbations dues aux actions réciproques de Jupiter et de Saturne.

» Nous avons reconnu, d'autre part, la nécessité de tenir compte d'un assez grand nombre de termes correctifs, les uns dépendant de modifications à apporter au calcul des perturbations dues à l'action directe d'Uranus, les autres, qui sont du second ordre, ayant pour origine l'influence des actions combinées d'Uranus et de Neptune, et d'Uranus et de Jupiter (¹).

» Tous ces termes sont individuellement très faibles; toutefois leur influence collective est loin d'être négligeable; elle produit, par exemple,

---

(¹) Le Verrier n'avait calculé, dans cette dernière série, que les termes de l'inégalité à longue période dépendant de l'argument $W = 2l_4 - 6l_5 + 3l_6$.

une correction totale de la longitude vraie égale à $-3'',5$ en 1839, à $+2'',5$ en 1853. Le nombre total de ces termes est, d'ailleurs, trop considérable pour que nous puissions en donner le détail ici.

» Après avoir refait complètement le calcul des positions théoriques de Saturne, en ayant égard aux diverses corrections que nous venons d'énumérer, nous avons repris la résolution des équations de condition établies par Le Verrier, après leur en avoir adjoint un certain nombre fondées sur les observations faites de 1870 à 1890. Nous avons préalablement modifié les coefficients différentiels, de manière à ce que les équations tiennent compte, à la fois, des changements que les corrections inconnues de la valeur des éléments doivent produire dans le calcul des lieux elliptiques et dans celui des perturbations. Les résidus définitifs (calcul — observation), obtenus après les corrections dépendant de la rectification des éléments et du changement dans la valeur des masses perturbatrices, sont présentés dans le Tableau suivant, en regard de ceux qui avaient été obtenus primitivement par Le Verrier.

Époques.	R_1.	R_2.	R_3.	$\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}.t$.	R'_2.
1752,8	+ 7'',1	+ 0'',1	+2'',2	−183	−0'',6
1755,2	+ 8,1	+ 0,8	+1,7	−157	−0,8
1758,1	+ 4,6	+ 0,2	+2,4	− 93	+1,1
1761,0	− 2,8	+ 0,8	+0,4	+ 16	+1,3
1768,9	− 6,8	− 2,2*	−2,6	+163	+1,4
1775,2	+ 2,6	+ 1,7	−3,1	+ 12	−2,3
1782,4	− 6,7	− 2,1	+2,4	−104	+0,3
1788,8	−10,8	− 9,4	+2,7	− 37	+1,7
1792,3	−10,5	− 8,7	−2,0	+ 39	−1,5
1797,5	− 1,8	+ 1,0*	−3,7	+104	−1,4
1804,0	− 5,0	− 0,7	−1,3	+ 13	−0,5
1810,4	+ 1,7	− 4,8	+1,4	− 67	+0,7
1814,1	+ 7,6	+ 0,4	+2,0	− 63	+1,2
1818,9	+ 7,5	+ 4,8	+1,6	− 9	+1,8
1822,0	+ 2,4	+ 2,5	+0,4	+ 30	+1,2
1826,2	+ 1,2	− 3,1	−1,5	+ 46	−0,5
1837,1	+ 5,0	+ 1,6	0,0	− 15	−0,4
1838,3	+ 2,5	+ 5,0	+1,7	− 16	+1,4
1839,4	− 1,2	+ 4,7	+1,1	− 17	+0,7
1840,4	− 5,3	+ 2,7	+0,1	− 16	−0,2
1842,1	− 3,7	+ 1,1	−0,5	− 14	−0,8
1844,0	− 3,6	− 4,2	−2,0	− 9	−2,3
1846,1	− 4,3	− 2,1	−0,4	− 4	−0,7
1847,6	− 3,5	− 0,2	+1,0	− 1	+0,8
1849,2	− 1,4	− 1,7	+2,2	0	+0,5
1851,4	+ 0,1	− 2,0	+0,3	+ 1	−0,2
1853,4	+ 3,3	− 0,8	−1,1	− 5	−1,7
1854,9	+ 6'',5	+ 1'',9	−0'',6	− 10	−1'',2
1856,0	+ 6,4	+ 3,7	+0,2	− 14	−0,4
1859,0	+ 9,8	+ 3,6	+0,9	− 16	+0,5
1861,2	+ 9,6	− 1,4	−0,4	− 12	−0,6
1862,9	− 2,7	− 2,3	−1,6	− 4	−1,5
1864,3	− 8,6	− 1,7	−1,4	+ 4	−1,2
1865,3	−10,6	− 1,2	−0,9	+ 10	−0,5
1866,3	− 7,9	− 1,0	−1,7	+ 16	−1,0
1867,4	− 1,2	− 1,1	−0,3	+ 22	+0,6
1868,4	+ 4,1	− 1,2	−0,8	+ 28	+0,3
1869,5	+ 6,7	− 0,9	−0,6	+ 34	+0,7
1870,8		− 0,2	−0,6	+ 38	+0,8
1872,5		+ 2,6	−0,6	+ 40	+0,9
1873,6		+ 2,3	−2,2	+ 38	−0,8
1874,6		+ 4,8	−1,8	+ 34	−0,4
1876,3		+ 8,7	−2,3	+ 24	−1,1
1877,6		+10,5	−0,4	+ 9	+0,5
1878,7		+11,1	−0,2	− 3	+0,4
1879,8		+11,2	+0,7	− 17	+0,9
1880,8		+11,1	+0,2	− 31	+0,1
1881,8		+ 8,7	+0,2	− 44	−0,3
1882,9		+ 7,3	+2,1	− 59	+1,2
1883,9		+ 5,8	+1,9	− 68	+0,8
1885,5		+ 3,6	+1,2	− 77	−0,3
1887,5		+ 2,0	+2,2	− 71	+1,0
1889,1		+ 1,8	+1,3	− 56	+0,2
1890,2		+ 1,6	+1,1	− 40	+0,3

» Dans ce Tableau la colonne R_1 contient les résidus correspondant aux Tables déduites du seul travail analytique; la colonne R_2 ceux qui sont relatifs au travail d'interpolation de Le Verrier (deux valeurs rectifiées sont affectées d'un astérisque *); la colonne R_3 ceux auxquels nous arrivons par les corrections énoncées ci-dessus.

» On voit par l'inspection de ces derniers résidus que nous sommes arrivé à représenter d'une manière satisfaisante, toutes les observations faites de 1751 à 1890 : les écarts qui atteignaient 11″ dans les solutions précédentes étant tous, sauf deux, inférieurs à 3″. Toutefois il est possible d'arriver à une représentation plus exacte encore de ces observations.

» L'examen des équations de condition, rapprochées des résidus R_3, nous a fait voir qu'il existe une relation entre ceux-ci et les coefficients différentiels $\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}$, multipliés par le temps t compté à partir de 1850. C'est ce que l'on peut vérifier, à simple vue, en comparant, dans le Tableau précédent, les nombres de la colonne R_3 avec ceux de la colonne suivante, $\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}$, les signes étant toujours contraires pour des valeurs un peu considérables des uns ou des autres. Cette constatation nous a conduit à admettre, dans le mouvement de la longitude du périhélie, un accroissement annuel $\Delta\frac{d\varpi'}{dt}$, dû à une cause non déterminée.

» La résolution à nouveau des équations de condition, après l'introduction d'une nouvelle inconnue $\Delta e'_0\frac{d\varpi'}{dt}$, nous a donné pour la valeur de celle-ci :

$$\Delta e'_0\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',022\,35, \qquad \text{d'où} \qquad \Delta\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',399\,14.$$

» La colonne R'_3 donne les résidus relatifs à cette nouvelle solution.

» Au résumé on trouve, pour le mouvement annuel du périhélie de Saturne,

Par l'analyse	$\frac{d\varpi'}{dt} = +20'',167\,69$
Par l'interpolation complète..........	$= +20'',235\,97$
Par les observations.................	$= +20'',643\,63$

» Les différences entre ces valeurs de $\frac{d\varpi'}{dt}$ sont légèrement modifiées ici en raison de l'omission, dans la première comparaison et dans le calcul des lieux de Saturne, d'un petit terme ($-0'',008\,52$) dépendant du mou-

vement annuel de la longitude du nœud, omission qui nous a été signalée par M. Tisserand.

» Nous croyons qu'il serait au moins prématuré de tirer des conclusions trop absolues de cette anomalie dans le mouvement du périhélie de Saturne, anomalie qui pourrait bien n'être qu'apparente. Avant tout, il faut s'assurer que certains termes de l'inégalité à longue période dépendant de l'argument $V = 5l' - 2l$ et de ses multiples sont bien exacts, ce qui ne nous est pas absolument démontré, Le Verrier n'ayant peut-être pas employé un nombre suffisant de valeurs particulières des dérivées dans son travail d'interpolation.

» Pour élucider cette question très importante, puisqu'elle se rattache au problème de l'existence possible et de la répartition de la matière pondérable dans les espaces interplanétaires, nous reprenons le calcul en doublant le nombre de ces valeurs. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice*. Note de M. **N. Coculesco**, présentée par M. Tisserand.

« En reprenant les notations de notre Communication précédente (¹), nous allons, dans ce qui va suivre, résumer les résultats que l'on obtient dans le cas où aucune des excentricités n'est nulle. On restera encore dans le plan et l'on supposera, comme cela a généralement lieu, que les deux excentricités sont petites.

» En cherchant dans ces conditions les singularités de $\Phi(z)$, on verra que cinq paires de points singuliers nouveaux s'introduisent dans le cas présent; en tout, douze points singuliers (et les réciproques respectifs), qu'il faudra discuter.

» Or, on démontre (²) que les points admissibles dans le cas précédemment considéré ne peuvent pas devenir inadmissibles dans le cas présent et inversement. Il en résulte que le point analogue à D, point appelé μ dans le cas présent, convient seul au problème.

» Cependant il pourrait y en avoir d'admissibles parmi les points nouveaux et il y en a effectivement. Seulement il arrive ceci : c'est que, parmi les points singuliers admissibles de module < 1, l'affixe du point μ est le plus éloigné de l'origine.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 59.

(²) Poincaré, *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, p. 308.

» Il en résulte, finalement, que c'est encore le point μ et son réciproque μ', qui vont définir le domaine de convergence de $\Phi(z)$ et permettront d'obtenir la *partie principale* du coefficient général, dans son développement en série de Laurent.

» Les formules auxquelles on arrive dans le cas présent sont les suivantes :

$$(\mathrm{I}) \qquad \mathrm{F}_1^0 = \Sigma\, \mathrm{C}_{m,m'} e^{\sqrt{-1}(ml+m'l')},$$

$$(\mathrm{II}) \qquad \mathrm{C}_{m,m'} = \frac{1}{\mathrm{L}^2 \pi n} \frac{(x-\tau)(1-x\tau)(y-\tau')(1-y\tau')}{x^m y^{m'} c^{\omega} \sqrt{ff_1}},$$

$$(a) \quad \left\{ \begin{aligned} f &= -\frac{y[(x^2+1)(1+\tau^2)-4\tau x+(x^2-1)]-\beta x[(y^2+1)(1+\tau'^2)-4\tau' y+(y^2-1)]}{2(1+\tau^2)(1+\tau'^2)xy}, \\ f_1 &= c^2(1+\tau^2)x(y-\tau')^2(1-y\tau')^2[(x^2+1)(1+\tau^2)-(x^2-1)] \\ &\quad -\beta_0 a^2(1+\tau'^2)y(x-\tau)^2(1-x\tau)^2[(y^2+1)(1+\tau'^2)-(y^2-1)] \\ &\quad -c(1+\tau^2)x\frac{(y-\tau')^2(1-y\tau')^2}{(x-\tau)(1-x\tau)}[(x^2-1)(1+\tau^2)-(x^2+1)] \\ &\quad \times[(x-\tau)(1-x\tau)-c\tau(x^2-1)] \\ &\quad -\beta_0 a(1+\tau'^2)y\frac{(x-\tau)^2(1-x\tau)^2}{(y-\tau')(1-y\tau')}[(y^2-1)(1+\tau'^2)-(y^2+1)] \\ &\quad \times[(y-\tau')(1-y\tau')+a\tau'(y^2-1)], \end{aligned} \right.$$

$$(b) \qquad \omega = \frac{m\tau}{1+\tau^2}\left(\frac{1}{x}-x\right)+\frac{m'\tau'}{1+\tau'^2}\left(\frac{1}{y}-y\right),$$

$$(\mu) \quad \left\{ \begin{aligned} x &= -\frac{c-2a+\sqrt{c(c-8a)}}{2(c+a)}\tau-\frac{a\beta}{c}\frac{a+4c-\sqrt{a(a-8c)}}{2(c+a)}\tau', \\ y &= -\frac{c}{a\beta}\frac{c+4a-\sqrt{c(c-8a)}}{2(c+a)}\tau-\frac{a-2c+\sqrt{a(a-8c)}}{2(c+a)}\tau', \end{aligned} \right.$$

$$(\mu') \quad \left\{ \begin{aligned} x &= -\frac{[c-2a-\sqrt{c(c-8a)}][a+4c+\sqrt{a(a-8c)}]}{2a[a+4c+\sqrt{a(a-8c)}]\tau+8a\beta_0[c-2a-\sqrt{c(c-8a)}]\tau'}, \\ y &= -\frac{[c+4a+\sqrt{c(c-8a)}][a-2c-\sqrt{a(a-8c)}]}{8c[a-2c-\sqrt{a(a-8c)}]\tau+2c\beta_0[c+4a+\sqrt{c(c-8a)}\tau']}, \end{aligned} \right.$$

$$(c) \quad \left\{ \begin{aligned} &\tau = \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}, \qquad \sin\varphi = e; \qquad \tau' = \operatorname{tang}\frac{\varphi'}{2}, \qquad \sin\varphi' = e'; \\ &\beta = \mathrm{L}'^2\mathrm{L}^{-2}e^{\sqrt{-1}(\varpi'-\varpi)}; \qquad \beta_0 = \mathrm{L}'^2\mathrm{L}^{-2}e^{-\sqrt{-1}(\varpi'-\varpi)}; \end{aligned} \right.$$

L^2, L'^2, e, e', ϖ, ϖ' désignant, respectivement, les demi grands axes, les excentricités et les longitudes des périhélies des planètes P et P'.

» On remplacera, dans la formule (II) et les relations (a), x et y par les coordonnées du point μ'. Nous avons conservé les expressions de f et de f_1

sous leur forme (a) pour la symétrie des quantités qui y figurent. Dans les applications ces formules se simplifieront beaucoup.

» *Remarque I.* — La symétrie des coordonnées des points μ et μ' montre que l'on passe d'un x à l'y correspondant, en permutant entre elles les quantités τ et τ', β avec $\frac{1}{\beta}$, β_0 avec $\frac{1}{\beta_0}$, c et a (la permutation de ces deux dernières étant, d'ailleurs, étroitement liée à celle de β et de β_0). En d'autres termes on passera des perturbations de P à celles de P', en permutant entre eux les éléments correspondants u et u', e et e', L^2 et L'^2. Cela était d'ailleurs évident *à priori* et les résultats obtenus ne font que se confirmer.

» *Remarque II.* — Si dans les expressions précédentes on fait $\tau' = 0$, on retrouve bien les formules du cas précédemment considéré (Communication déjà citée).

» Le cas de $\tau = 0$, $\tau' \neq 0$ se déduit immédiatement, à cause de la symétrie, du cas précédent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines communes à plusieurs equations.* Note de M. **Walther Dyck**. (Extrait d'une lettre adressée à M. Picard.)

« On peut résoudre d'autres problèmes par la même méthode que j'exposais dans le dernier numéro des *Comptes rendus,* et c'est à cause d'un point de vue nouveau qui se présente encore dans ces questions, que je me permets de m'occuper ici des problèmes suivants.

» En substituant pour $\mathfrak{F}$ dans la formule II de Kronecker les fonctions :

$$(a_1)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot(=\operatorname{sign}D.1 \text{ pour } \varphi=0,\ \psi=0),$$

$$(a_2)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot F(=\operatorname{sign}D.F \text{ pour } \varphi=0,\ \psi=0),$$

$$(a_3)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot\frac{F}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+F^2}}\cdot F(=\operatorname{sign}D\operatorname{sign}F.F \text{ pour } \varphi=0,\psi=0),$$

dans lesquelles F signifie une fonction uniforme de z_1, z_2 dans le domaine $L \leqq 0$, on a, dans ces cas, respectivement

(a_1) la valeur $\sum(1)$, le nombre des points $(\zeta)_i$ du domaine $L<0$,

(a_2) la valeur $\sum_{\zeta_i}(F)$, la somme des valeurs de la fonction F dans ces mêmes points,

(a_3) la valeur $\sum_{\zeta_i}(|F|)$, la somme des valeurs absolues $|F|$ dans ces points,

toutes les sommes sont données par des intégrales étendues à $L < 0$ et à $L = 0$. Elles peuvent être calculées directement par approximation.

» *Mais on peut aussi ne pas avoir à considérer le chemin d'intégration* $L = 0$, *en étendant les intégrales le long d'un contour prescrit* $T = 0$ *et au domaine* $T < 0$, *en supposant que le domaine* $L < 0$ *soit contenu en* $T < 0$, *et que les fonctions* φ, ψ, ... *remplissent les conditions antérieures aussi pour le domaine* $T \leqq 0$.

» La courbe $L = 0$ partage le domaine $T < 0$ en deux parties $L < 0$ et $L > 0$. En étendant les intégrales de la formule II pour les valeurs (a_1), (a_2), (a_3) de la fonction $\mathfrak{F}$ au domaine $T < 0$ et $T = 0$, elles donnent respectivement les sommes

(α_1) $$\sum_{\zeta_i}(1) + \sum_{\zeta_k}(1),$$

(α_2) $$\sum_{\zeta_i}(F) + \sum_{\zeta_k}(F),$$

(α_3) $$\sum_{\zeta_i}(|F|) + \sum_{\zeta_k}(|F|),$$

la somme $\sum_{\zeta_i}$ étendue aux points $(\zeta)_i$, $L < 0$; la somme $\sum_{\zeta_k}$ étendue aux points $(\zeta)_k$, $L > 0$ du domaine $T < 0$.

» En prenant maintenant en II pour $\mathfrak{F}$ les fonctions

(b_1) $$\mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L . 1 \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

(b_2) $$\mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}\,F$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L . F \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

(b_3) $$\mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}\,\frac{F}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+F}}\,F$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L \operatorname{sign} F . F \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

on a (avec une signification analogue) les sommes

$$(\beta_1) \qquad -\sum_{\zeta_i}(1) \quad +\sum_{\zeta_k}(1),$$

$$(\beta_2) \qquad -\sum_{\zeta_i}(F) \quad +\sum_{\zeta_k}(F),$$

$$(\beta_3) \qquad -\sum_{\zeta_i}(|F|)+\sum_{\zeta_k}(|F|),$$

c'est-à-dire les sommes des valeurs des $\mathfrak{F}$ *dans des points* $(\zeta)_i$ *et* $(\zeta)_k$ *prises selon le signe de* L.

» Les valeurs pour le domaine $L < 0$ en résultent immédiatement par soustraction des expressions (α) et (β) : *elles sont évaluées ainsi au moyen des intégrales prises sur* $T < 0$ *et le long de* $T = 0$, *la limite prescrite*.

» Les expressions différentes dont on peut faire usage pour introduire les signes voulus en $(\zeta)_i$ démontrent en même temps comment on peut donner aux expressions des intégrales une grande variété de formes [1]. Les expressions données ici ont l'avantage de la simplicité et de la symétrie.

» L'extension des théorèmes pour un domaine à n dimensions satisfait immédiatement.

» Je me réserve pour une autre occasion d'entrer dans les détails de ces recherches, non seulement pour la *discussion des intégrales*, mais aussi pour la détermination du *nombre des racines* à l'aide des *séries de Sturm*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du système des équations différentielles*. Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Soit le système des intégrales

$$(1) \qquad f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) = c_i, \qquad (n \geqq 5), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-2),$$

---

[1] On pourrait introduire par exemple, au lieu des produits dans les formules (*b*), les expressions $\dfrac{DL}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2L^2}}$, $\dfrac{DLF}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2L^2F^2}}$. En ajoutant à D un nombre quelconque réel ε qui prend à la limite la valeur $\varepsilon = 0$ ou $\varepsilon = \infty$, on peut faire la discussion des valeurs cherchées comme limites des intégrales pour $\varepsilon = 0$ ou pour $\varepsilon = \infty$, ce que M. Picard a fait pour sa détermination du nombre des racines.

ainsi que les équations différentielles correspondantes

$$(2) \qquad \alpha_{i,1}\, dx_1 + \alpha_{i,2}\, dx_2 + \ldots + \alpha_{i,n}\, dx_n = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-2).$$

» Ce système donné (2) ne renferme rien de particulier, car il présente $n-2$ équations qui sont indépendantes entre elles, mais dont chacune peut être intégrée séparément. Ajoutons cependant l'équation première du système (2) à l'équation deuxième, ensuite la première à la troisième, etc., enfin la première à la $n-2^{\text{ième}}$, alors nous obtiendrons $n-3$ combinaisons que voici :

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{c} (\alpha_{1,1} + \alpha_{k,1})\, dx_1 + (\alpha_{1,2} + \alpha_{k,2})\, dx_2 + \ldots + (\alpha_{1,n} + \alpha_{k,n})\, dx_n = 0, \\ (k = 2, 3, \ldots, n-2). \end{array} \right.$$

» Le système ci-dessus (3) ne contient plus que $n-3$ équations et renferme aussi $n-2$ intégrales (1). Si nous exprimons algébriquement $n-3$ différentielles du système (3) par les trois autres, nous obtiendrons alors

$$(4) \quad dx_{r+3} = X_{r,1}\, dx_1 + X_{r,2}\, dx_2 + X_{r,3}\, dx_3, \quad (r = 1, 2, \ldots, n-3) \quad (n \geqq 5).$$

» Il est évident que ce système ne renferme que deux variables indépendantes et $n-2$ variables subordonnées. Les coefficients ne peuvent ici satisfaire aux conditions d'intégrabilité connues, mais ils doivent cependant remplir d'autres conditions que les connues.

» Du système (2) nous obtiendrons aussi ce système sous sa forme habituelle, en regardant dx_{s+2} comme les fonctions des différentielles indépendantes dx_1 et dx_2

$$(5) \qquad dx_{s+2} = A_{s,1}\, dx_1 + A_{s,2}\, dx_2, \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-2).$$

» Notre problème se réduit à trouver les conditions d'intégrabilité, ayant le système (4) donné, dans le cas où le système (4) ne renferme que deux variables indépendantes. Les conditions d'intégrabilité pour le système (5) sont connues sous la forme

$$(6) \quad \frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_2} - \frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_1} + \sum_{t=1}^{t=n-2} \left(A_{t,2} \frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_{t+2}} - A_{t,1} \frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_{t+2}} \right) = 0, \quad (s = 1, 2, \ldots, n-2).$$

» Ensuite en éliminant dx_3 du système (4) à l'aide de l'équation pre-

mière du système (5) nous obtiendrons

$$(7)\qquad \begin{cases} dx_{r+3} = X_{r,1}\,dx_1 + X_{r,2}\,dx_2 + X_{r,3}(A_{1,1}\,dx_1 + A_{1,2}\,dx_2), \\ \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-3). \end{cases}$$

» Après avoir égalé les coefficients relatifs des systèmes (7) et (5) nous aurons $2(n-3)$ des expressions suivantes :

$$(8)\qquad \begin{cases} X_{r,1} + X_{r,3}\,A_{1,1} = A_{r+1,1}, \\ X_{r,2} + X_{r,3}\,A_{1,2} = A_{r+1,2}, \end{cases} \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-3).$$

» Les liaisons ci-dessus (8) expriment toutes les quantités $A_{r+1,1}$, $A_{r+1,2}$ comme fonctions de $A_{1,1}$, $A_{1,2}$ et des quantités X.

» Après avoir substitué à l'aide des équations (8) pour tous les coefficients $A_{r+1,1}$, $A_{r+1,2}$ du système (6) leurs valeurs correspondantes, et après avoir exécuté les simplifications et les éliminations des dérivées particulières $\frac{\partial A}{\partial x_i}$ nous obtiendrons enfin le système

$$(9)\quad A_{1,1}[(X_{s,3})_2 - (X_{s,2})_3] + A_{1,2}[(X_{s,1})_3 - (X_{s,3})_1] = (X_{s,2})_1 - (X_{s,1})_2, \quad (s = 1, 2, \ldots, n-3)$$

où nous employons, pour abréger, le symbole de l'opération

$$(\ )_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-3} X_{r,j}\frac{\partial}{\partial x_{r+3}}.$$

» Écrivons deux mêmes équations (9) pour les indices k et l

$$(10)\quad \begin{cases} A_{1,1}[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3] + A_{1,2}[(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = (X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2, \\ A_{1,1}[(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3] + A_{1,2}[(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] = (X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2, \\ \qquad (k,\ l = 1, 2, \ldots, n-3). \end{cases}$$

» Des équations (10) nous trouvons les formules

$$A_{1,1} = \frac{[(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]}{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]},$$

$$A_{1,2} = \frac{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2]}{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]},$$

desquelles il est facile de conclure qu'il doit être

$$[(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = 0,$$

$$[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = 0,$$

$$[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2] = 0.$$

l, k sont les combinaisons deux à deux des nombres $1, 2, \ldots, n-3$.

» Les dernières équations nous présentent les conditions d'intégrabilité du système donné (4) dans le cas où parmi n variables x_i il n'y a que deux variables indépendantes et toutes les autres sont des variables dépendantes.

» L'auteur applique les résultats précédents au cas particulier du système

$$\begin{aligned} dx_4 &= X_{1,1}\,dx_1 + X_{1,2}\,dx_2 + X_{1,3}\,dx_3, \\ dx_5 &= X_{2,1}\,dx_1 + X_{2,2}\,dx_2 + X_{2,3}\,dx_3, \\ dx_6 &= X_{3,1}\,dx_1 + X_{3,2}\,dx_2 + X_{3,3}\,dx_3. \text{ »} \end{aligned}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des substitutions échangeables.* Note de M. **Demeczky**, présentée par M. C. Jordan.

« Nous allons chercher la condition nécessaire et suffisante [1] pour que deux substitutions A et B, échangeables entre elles, de forme quelconque, d'ordre n et n', soient des puissances d'une même substitution R.

» On montre tout d'abord facilement que, dans tout cas où A et B peuvent être représentées comme des puissances d'une même substitution, il y a toujours une telle substitution R, qui peut être exprimée comme le produit des puissances des substitutions A et B.

» Soit maintenant A^λ la première des puissances de A (λ étant un entier positif), qui soit en même temps une puissance de B, et soit B^μ la première des puissances de B (μ étant un entier positif), qui soit en même temps une puissance de A. Nous allons prouver qu'on a

$$\begin{aligned} n &= k\lambda, \\ n' &= k\mu, \end{aligned}$$

k étant un entier positif.

» Soit

$$A^\lambda = B^{\lambda'}.$$

On voit que ces puissances

$$(1) \qquad 1, \quad A, \quad A^2, \quad \ldots, \quad A^{\lambda-1}$$

---

(1) Serret, traitant la même question, spécialise beaucoup la forme des substitutions échangeables (*Cours d'Algèbre supérieure*, par J.-A. Serret, 4e édition, t. II, p. 260-270).

sont toutes différentes entre elles. Multiplions la série (1) par $B^{\lambda'}$ et nous aurons

$$(2) \qquad B^{\lambda'}, \quad AB^{\lambda'}, \quad A^2B^{\lambda'}, \quad \ldots, \quad A^{\lambda-1}B^{\lambda'}.$$

Les substitutions de la série (2) sont distinctes entre elles et distinctes des substitutions (1) en supposant $\lambda < n$. Comme les substitutions (2) sont aussi des puissances de A, nous en avons déjà 2λ. En poursuivant de cette manière bien connue, on prouve aisément que n est divisible par λ et l'on aura

$$n = k\lambda.$$

» En posant ensuite

$$B^{\mu} = A^{\mu'},$$

on trouve de la même manière

$$n' = k'\mu.$$

» Comme il est facile de le montrer, μ' doit être un multiple de λ et λ' un multiple de μ.

» D'où l'on peut déduire aisément qu'on a

$$k' = k.$$

» Nous avons

$$B^{\lambda' k} = 1.$$

» Mais comme on a aussi

$$(B^{\lambda'})^{\frac{k'}{\Delta'}},$$

Δ' étant le plus grand diviseur commun des nombres $\frac{\lambda'}{\mu}$ et k', on voit que

$$(3) \qquad \frac{k'}{\Delta'} = k.$$

» On trouve de la même manière

$$(4) \qquad \frac{k}{\Delta} = k',$$

Δ étant le plus grand diviseur commun des nombres $\frac{\mu'}{\lambda}$ et k.

» Des (4) et (3), on déduit

$$\Delta\Delta' = 1 \qquad \text{et} \qquad k' = k,$$

ce qui était à démontrer.

» Nous avons obtenu le résultat suivant

$$A^{\lambda} = B^{r\mu},$$

r étant un nombre entier positif. Nous pouvons toujours choisir r de manière qu'il soit premier et premier à λ. Comme l'ordre de B est $n' = k\mu$, on peut écrire

$$A^{\lambda} = B^{\mu(r+uk)}.$$

» Mais comme r et k sont premiers entre eux, la progression arithmétique $r + uk$, d'après le beau théorème de Dirichlet, représente une infinité de nombres premiers et alors une infinité de nombres premiers et premiers à λ. Nous avons alors

$$(5) \qquad A^{\lambda} = B^{p\mu},$$

p étant un nombre premier et premier à λ.

» Considérons maintenant le groupe (A, B). Il contient, d'après les résultats que nous venons d'établir, $k\lambda\mu$ substitutions de la forme

$$(6) \qquad A^x B^y \qquad (x = 0, 1, 2, \ldots, \lambda - 1;\; y = 1, 2, 3, \ldots, \overline{k_{\mu-1}}).$$

» Pour que les substitutions A et B soient des puissances d'une même substitution, il faut et il suffit que l'on ait, entre les substitutions (6), une substitution dont l'ordre soit précisément $k\mu\lambda$.

» La puissance ρ, d'une telle substitution $A^x B^y$, se réduit à l'unité aux conditions suivantes :

$$(7) \qquad \rho x = \lambda z \qquad (z \text{ étant un entier})$$

et

$$(8) \qquad p\mu z + y\rho \equiv 0 \qquad (\text{mod } k\mu).$$

» D'après la première de ces conditions, on aura

$$(A^x B^y)^{\rho} = B^{p\mu z + \rho y},$$

d'après (8),

$$(A^x B^y)^{\rho} = 1.$$

» De (7) et (8) on déduit facilement

$$(9) \qquad \rho(p\mu x + \lambda y) \equiv 0 \qquad (\text{mod } k\mu\lambda).$$

» On voit, par cette congruence, que l'ordre de la substitution $A^x B^y$ sera $k\mu\lambda$, si l'on peut déterminer x et y de manière que $p\mu x + \lambda y$ soit premier à $k\mu\lambda$. Soit δ le plus grand diviseur commun des nombres $p\mu$ et λ. Posons

$$p\mu x + \lambda y = \delta.$$

Cette équation indéterminée est toujours résoluble.

» L'ordre de la substitution $A^x B^y$ sera donc $k\mu\lambda$ à la condition que δ et $k\mu\lambda$ soient des nombres premiers entre eux. Mais comme $k\mu\lambda$ est toujours divisible par δ, δ doit être l'unité. D'après toutes ces considérations, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Pour que les deux substitutions* A *et* B *soient des puissances d'une même substitution* R, *il faut et il suffit que les nombres* λ *et* μ *soient premiers entre eux.*

» *Cette condition remplie, il y a précisément* $\varphi(N)$ *substitutions* R *entre les substitutions* (6), N *désignant le plus petit multiple commun d'ordres* n *et* n' [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au* 1er *janvier* 1895. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques, en 1894, ont été continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations sont dépouillées pour toutes les heures, et les repères vérifiés par des mesures absolues effectuées chaque semaine. La sensibilité des trois appareils de variations est de même vérifiée par de fréquentes graduations.

» Une faible perturbation s'étant produite dans la soirée du 1er janvier 1895, les valeurs absolues des divers éléments, données ci-dessous, sont déduites de la moyenne des observations horaires obtenues aux dates des 31 décembre 1894, 1er et 2 janvier 1895, et rapportées à des mesures absolues faites les 27 et 31 décembre, en temps de calme magnétique.

» La variation séculaire des différents éléments résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1894 [2].

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1895.	Variation séculaire en 1894.
Déclinaison	15°12′,7	−5′,3
Inclinaison	65° 4′,9	−1′,2
Composante horizontale	0,19641	+0,00017
Composante verticale	0,42277	−0,00003
Force totale	0,46617	+0,00005

(1) Je tiens à remercier M. C. Jordan des précieuses indications qu'il m'a fournies sur ce sujet.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 70; 1894.

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9'23" de longitude Est, et 48°48'34" de latitude Nord.

» *Perpignan.* — Les courbes magnétiques relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines sont dépouillées également heure par heure. Les valeurs des éléments au 1er janvier 1895 résultent, comme au Parc Saint-Maur, de la moyenne des observations horaires des 31 décembre 1894, 1er et 2 janvier 1895, contrôlées par des mesures absolues faites le 29 décembre 1894 et le 2 janvier 1895.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1895.	Variation séculaire en 1894.
Déclinaison	14°3',4	—5',0
Inclinaison	60°9',9	—0',8
Composante horizontale	0,22345	+0,00025
Composante verticale	0,38961	+0,00021
Force totale	0,44914	+0,00031

» L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan est situé par 0°32'45" de longitude Est, et 42°42'8 de latitude Nord. »

PHYSIQUE. — *Utilisation de la température du point critique des liquides, pour la constatation de leur pureté.* Note de M. **Raoul Pictet.** (Extrait.)

« Ayant été amené à purifier un bon nombre de produits pharmaceutiques, nous avons cherché à trouver des réactifs capables de déceler la présence de traces de corps étrangers. Pour les liquides, nous venons de définir une méthode très sensible : c'est l'*observation directe du point critique.* Cette température varie de dix à soixante fois plus que la température d'ébullition du même liquide dans les mêmes conditions.

» Nous avons été conduit à faire cette constatation, en fabriquant du protoxyde d'azote liquide, conservé dans des bonbonnes d'acier. Il suffit de traces de gaz étrangers ou d'impuretés quelconques, pour que le manomètre s'élève de plusieurs atmosphères. Nous avons résolu d'examiner les phénomènes de liquéfaction dans des tubes transparents et très résistants.

» Nous choisissons une série de liquides *très purs,* aussi purs que nous avons pu les obtenir par l'emploi de tous nos procédés superposés. Nous déterminons le point d'ébullition, en notant la hauteur du baromètre, puis le

point critique au moyen d'un thermomètre sensible. Cela fait, nous versons quelques gouttes d'alcool, d'aldéhyde, d'eau, etc., dans le liquide pur, et nous déterminons à nouveau les points d'ébullition et le point critique. Les comparaisons numériques des Tableaux ainsi formés montrent toute l'importance de la détermination expérimentale des points critiques, encore si incomplètement connus.

» *Construction des appareils.* — Pour réaliser ce programme, il nous fallait pouvoir commodément et rapidement déterminer la disparition du ménisque des liquides, et fixer la température avec une grande précision.

» Nous remplissons de liquide un tube de 5^{mm} de diamètre extérieur, 3^{mm} de diamètre intérieur, et 45^{mm} à 50^{mm} de longueur. En vaporisant une partie du liquide et en fermant au chalumeau, nous obtenons des tubes ayant un tiers de leur capacité plein de liquide, le reste du tube ne contenant que des vapeurs saturées.

» Ces tubes sont placés obliquement sur un petit chevalet, à côté d'un thermomètre à mercure très sensible, au centre d'un cylindre de tôle mince, percé de deux fenêtres en mica. Une deuxième enceinte en tôle, présentant également deux fenêtres de mica, enveloppe ce cylindre. Les fenêtres sont percées de telle sorte que l'on peut voir, par transparence, le tube contenant le liquide et observer ce qui s'y passe.

» Une flamme de gaz multiple chauffe très régulièrement le fond de l'enveloppe extérieure; une partie des gaz chauds passent dans la double enveloppe, au travers d'une série de toiles métalliques qui divisent, en le régularisant, le courant d'air chaud.

» Enfin, le tout est encore entouré d'une troisième enveloppe protectrice en amiante, plaquée sur tôle, destinée à paralyser l'action du rayonnement et à égaliser les températures dans le centre de l'appareil.

» Le thermomètre, dont le réservoir est côte à côte avec le tube en observation, dépasse par sa tige les couvercles des trois enceintes et donne avec netteté le dixième de degré.

» Les premières observations, faites en collaboration avec mon assistant, M. le D^{r} russe Altschul, ont porté sur trois liquides : le chloroforme, le chloréthyle, le pental à l'état de parfaite pureté; puis sur les mêmes liquides additionnés de quelques gouttes d'alcool et d'aldéhyde.

» L'observation du point critique, dans un appareil construit comme nous venons de l'indiquer, est très facile et très précise. Nous laissons d'abord monter lentement la température jusqu'au point critique, qui se note à la disparition subite du ménisque et à l'apparition de mouvements giratoires très caractéristiques dans toute l'étendue du volume intérieur du tube. On laisse progressivement baisser la température : brusquement, tout l'intérieur du tube passe d'une transparence parfaite à une opacité non moins complète; les particules liquides minuscules s'assemblent au

bas du tube et le ménisque apparaît. On chauffe de nouveau, et, après quelques tâtonnements, on trouve une température telle que, pour $\frac{1}{10}$ de degré en plus ou en moins, on voit le ménisque disparaître ou le brouillard épais se former. Cette *température moyenne* est celle du point critique adoptée dans nos Tableaux.

» Pour le point d'ébullition de ces mêmes liquides, il faut avoir la précaution de plonger le thermomètre *dans le liquide*, toujours à la même place et à la même profondeur, dans le même ballon chauffé par une flamme de même puissance. Ces détails opératoires ont tous leur importance, si l'on tient à une grande précision.

» Voici les résultats numériques obtenus pour ces trois liquides, au moyen des méthodes décrites :

	Température du point critique.	Différences.	Écarts dans les températures d'ébullition.
1° Chloroforme pur.........	258°,8		
Chloroforme mélangé avec quelques gouttes d'alcool.	255,0	−3°,8	−0°,1 à 0,2
2° Chloréthyle pur.........	181,0		
Chloréthyle mélangé avec quelques gouttes d'alcool.	187,0	+6,0	+0,6
3° Pental pur..............	201,2		
Pental mélangé avec quelques gouttes d'aldéhyde.	199,5	−1,7	<0,1

» *Discussion des résultats.* — On voit, par ces trois exemples, que le point critique est bien plus sensible que le point d'ébullition. Le déplacement est toujours dans le *même sens* pour la température du point critique et du point d'ébullition.

» L'addition de liquides *plus volatils* et se dissolvant bien abaisse la température, comme dans le cas du pental additionné d'aldéhyde. Par contre, le mélange du chloroforme pur, bouillant à 61°, avec l'alcool *moins volatil,* abaisse également la température du point critique.

» Le chloréthyle, qui bout à +11°, élève son point critique de 6° par l'addition de quelques gouttes d'alcool, qui bout à 78°,8. Il est donc difficile de déduire une loi générale.

» Ces expériences ont été continuées sur l'éther, l'alcool et les mélanges de *corps solides* en dissolution. Je compte faire de ces résultats l'objet d'une prochaine Note; les écarts constatés sont bien plus considérables encore. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation qualitative du nickel et du cobalt.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Moissan.

« Les différences très nettes que l'on constate (*Comptes rendus,* t. CXIX, p. 1264) dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de nickel et sur les sels de cobalt peuvent être utilisées pour rechercher qualitativement les plus petites quantités de nickel, en présence d'un très grand excès de cobalt.

» La liqueur pouvant contenir ces deux métaux est additionnée d'acide tartrique et d'un grand excès de soude (et non de potasse), l'addition de l'acide tartrique ayant pour but d'empêcher la précipitation des oxydes métalliques par l'alcali. Elle est ensuite soumise à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à refus (cette dernière condition étant nécessaire pour obtenir une précipitation complète du cobalt), et filtrée immédiatement. En l'absence complète du nickel, la liqueur filtrée est tout à fait incolore. Ce n'est qu'au bout d'un temps assez considérable qu'elle jaunit sous l'action de l'air, par suite d'une mise en liberté de soufre. La présence du nickel est au contraire indiquée par la coloration de la liqueur, noire, si ce métal est en quantité notable, brune, si la proportion est faible, sensible encore, s'il n'y a que des traces de métal. On peut ainsi constater la présence du nickel dans un grand nombre de sels de cobalt du commerce vendus comme purs. Si l'on ajoute quelques millièmes d'un sel de nickel à un sel de cobalt pur, la réaction donne des indications très nettes. Elle est donc d'une très grande sensibilité, tout en présentant l'avantage de pouvoir être faite en quelques minutes.

» La séparation du sulfure de cobalt détermine un entraînement d'une fraction du nickel, dans des proportions variant avec la dilution du liquide. Inversement, une certaine quantité de cobalt reste en dissolution dans un liquide contenant un grand excès de nickel. Aussi n'avons-nous pas pu, jusqu'ici, utiliser la réaction précédente pour la séparation quantitative des deux métaux; mais, au point de vue qualitatif, la coloration noire ou brune après l'action de l'hydrogène sulfuré permet de caractériser la présence de quantités notables ou de traces de nickel en présence du cobalt, d'une manière beaucoup plus rapide et plus sûre que toutes les méthodes qui ont été indiquées dans ce but.

» On doit opérer en l'absence des sels ammoniacaux, que l'on éliminera, s'il y a lieu, par une opération préalable, et des métaux précipitables par l'hydrogène sulfuré en liqueur acide, et par l'ammoniaque en présence du chlorhydrate d'ammoniaque (après suroxydation du fer).

» Dans le cas général de la recherche des métaux, la liqueur filtrée séparée des précipités qui auront pu être produits par l'hydrogène sulfuré et par l'ammoniaque sera précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, préparé aussi récemment que possible, en évitant l'addition d'un trop grand excès de réactif. Le précipité sera traité par l'acide chlorhydrique très dilué, à l'ébullition; le résidu noir pouvant contenir le mélange des sulfures de nickel et de cobalt sera dissous dans un peu d'eau régale, et la dissolution chlorhydrique ainsi obtenue sera soumise à l'essai précédent, après évaporation de la plus grande partie de l'excès d'acide.

» Une seule cause d'erreur peut se présenter. Si l'on se trouve en présence d'une quantité de cobalt extrêmement faible, la précipitation du sulfure de cobalt peut être empêchée par la dilution, ainsi que nous l'avons dit précédemment (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1266) et l'on obtiendra, dans ce cas, une liqueur plus ou moins colorée en brun clair, en l'absence du nickel. Mais il suffira d'ajouter un assez grand excès de soude pour obtenir une précipitation complète et une liqueur tout à fait incolore.

» Ajoutons enfin que la recherche du nickel peut être faite encore plus rapidement, mais d'une manière moins sûre, en se fondant sur la solubilité du sulfure de nickel dans le sulfhydrate d'ammoniaque, lorsque ce dernier contient du soufre en dissolution.

» Il suffira, dans la liqueur additionnée de chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque, de verser un très grand excès de ce réactif. La présence du nickel sera caractérisée par la coloration brune de la liqueur filtrée. Mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, le sulfure de cobalt commence à se dissoudre lui-même dans ces conditions, si la quantité de soufre dissoute dans le sulfhydrate d'ammoniaque devient très considérable. Il faut donc employer un réactif contenant du soufre, mais n'en renfermant pas une trop grande quantité, ce qui rend la réaction incertaine, si l'on fait usage d'un réactif dont on ne connaît ni l'origine ni le degré d'altération produit par l'action de l'air. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens*. Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. Milne-Edwards [1].

« Malgré les travaux antérieurs sur cette question, bien des points sont restés obscurs. Voici le résultat de mes nouvelles recherches.

» Sur la face inférieure du testicule de *Scyllium Catulus*, par exemple,

(1) Travail fait à la Station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

persiste une bande longitudinale étroite de tissu germinatif. Ce dernier est formé de noyaux aplatis situés dans un protoplasme à forme réticulée ayant exactement l'aspect d'un tissu conjonctif ordinaire.

» Dans certains points de cette bande les noyaux se multiplient par amitose; puis ils grossissent et forment de grandes masses lenticulaires. Les noyaux y sont réunis en groupes que circonscrivent des tractus fibrillaires du protoplasme. Chacun de ces groupes constitue un nid de germes et sera l'origine d'une ampoule testiculaire.

» Dans chacun de ces nids les noyaux plongés dans un protoplasme commun deviennent sphériques, grossissent et se divisent, toujours par amitose. Mais bientôt, et souvent de très bonne heure, un de ces noyaux grossit plus que les autres, sa nucléine forme un réseau plus régulier et le noyau s'entoure d'un corps cellulaire clair qui lui est propre. C'est cette première cellule complète, qui sera bientôt suivie de plusieurs autres et qui est située au milieu des noyaux de la plasmodie, que l'on a considérée à tort comme un ovule femelle du testicule. En grossissant elle refoule vers la périphérie les autres noyaux qui sont alors appliqués autour d'elle. Cette cellule ne se divise pas en général immédiatement; mais si elle vient à se diviser, c'est par voie de mitose. Aussi voit-on parfois des mitoses très précoces.

» Chaque nid de germes grossit, et il se forme au centre du protoplasme commun une lacune qui grandit et sera la cavité centrale de l'ampoule. Les noyaux ou germes continuent à se diviser et se rangent, comme d'ailleurs la première cellule formée, en une couche appliquée sur l'enveloppe membraneuse de l'ampoule. Mais, en même temps, quelques-uns peuvent acquérir à leur tour un corps cellulaire propre. Les noyaux se divisent par amitose en deux noyaux, l'un périphérique et l'autre centripète. Le noyau périphérique s'entoure bientôt d'un corps protoplasmique clair, et devient identique pour la situation, pour la forme et pour le rôle avec le prétendu ovule femelle. Il peut se diviser alors par mitose immédiatement ou seulement plus tard. Le noyau centripète ou interne se divise de nouveau par amitose, et ainsi de suite jusqu'à ce que les éléments cellulaires ainsi produits forment, autour de la cavité centrale, une réunion de colonnes prismatiques, pressées et orientées suivant les rayons de la sphère. Chaque colonne renferme en général sept noyaux ou cellules superposées. Le septième, ou noyau terminal, s'enveloppe comme les autres d'un corps cellulaire, et la colonne est alors formée de sept cellules semblables à cytoplasme clair, plongées dans un stroma protoplasmique granuleux. A ce

moment *toutes* les cellules renfermées dans l'ampoule sont des protospermatoblastes, *semblables entre eux,* et ont la *même* valeur et la *même* destination.

» Alors chacune de ces cellules se divise par mitose en deux cellules plus petites, les deutospermatoblastes, qui se divisent à leur tour par mitose en tritospermatoblastes.

» Pendant ce temps apparaissent à la base de chaque colonne un noyau aplati, appliqué sur la membrane de l'ampoule. C'est le noyau recouvrant de Semper, le noyau basilaire d'Hermann, la cellule germinale de Sanfelice, la cellule de soutien de Merkel, la cellule fixe de Sertoli, la cellule pédieuse de Benda, la cellule folliculeuse de Swaen et Marquelin, la cellule accessoire de Prenant, etc. On a prêté à ces éléments les origines et les significations les plus diverses. Il règne à cet égard une grande incertitude que je suis en mesure de dissiper.

» Ce sont des éléments qui, d'abord étrangers à la cavité de l'ampoule, s'y introduisent de la manière suivante : Dans l'épaisseur de la membrane conjonctive de l'ampoule se trouvent des noyaux très minces, ignorés par plusieurs observateurs, mais que Sanfelice a bien représentés. A un moment donné ces noyaux se divisent par amitose, grossissent, font saillie vers la cavité de l'ampoule, et deviennent de plus en plus évidents sur la face interne de l'enveloppe de l'ampoule. La mince membrane qui les recouvre de ce côté se résorbe et ces noyaux sont ainsi introduits dans la cavité de l'ampoule.

» Ces éléments sont tout à fait étrangers aux spermatoblastes déjà formés. Ils représentent le point de départ de la future génération de spermatoblastes et de spermatozoïdes. Plus tard, en effet, ils reproduiront les phénomènes déjà observés pour la génération précédente, c'est-à-dire qu'ils se diviseront par amitose en deux noyaux dont l'un reste pariétal, et dont l'autre centripète s'insinue entre deux faisceaux de spermatozoïdes pour y former le corps problématique de Semper, dont on n'avait pas encore démontré la réelle origine. Ce dernier n'est que la masse nucléinienne du noyau centripète subissant une dégénérescence caractérisée par la vésiculisation et la perte de son affinité pour les colorants nucléaires. D'ailleurs, les deux noyaux, pariétal et centripète, sont appelés à dégénérer; aussi leur multiplication se borne-t-elle là, attendu que, chez les Sélaciens, l'ampoule testiculaire, repoussée et comprimée par la formation de nouvelles ampoules, s'atrophie et disparaît. La cellule basilaire et le

corps problématique représentent donc les deux premiers et uniques éléments d'une génération de spermatoblastes qui avorte.

» Chez un Vertébré autre que les Sélaciens ils deviennent, au contraire, le point de départ d'une nouvelle génération de spermatoblastes et de spermatozoïdes.

» Ces premiers points éclaircis, il reste à résoudre d'autres difficultés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la genèse de l'épithélium intestinal* (¹). Note de M. **Étienne de Rouville**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'histologie du tube digestif a fait, dans ces dernières années, le sujet d'un très grand nombre de travaux; pour ne parler que des plus importants, je citerai ceux de W. Pfitzner, Patzelt, Joh. Frenzel, J. Paneth, R. Heidenhain, Balbiani, H.-E. Ziegler et vom Rath, Bizzozero, etc. J'ai eu moi-même l'occasion de communiquer, à différentes reprises, quelques observations, sur le même sujet, aux Congrès de l'Association française (sessions de Besançon, 1893; de Caen, 1894).

» Le point particulier sur lequel mon attention a été attirée, dès le début, est la question de l'épithélium intestinal. J'ai mis à contribution l'intestin de quelques insectes (*Dytiscus marginalis, Hydrophilus piceus, Locusta viridissima*), ainsi que l'intestin de l'*Astacus fluviatilis,* du *Scyllarus arctus,* et enfin celui de l'*Eupagurus striatus*.

» Parmi les auteurs que j'ai cités, il en est qui se sont plus spécialement préoccupés de ce problème : Patzelt, Frenzel, Balbiani, Bizzozero.

» Frenzel dit que les cellules de remplacement ont leur origine dans « de petites cellules-mères situées dans la profondeur de l'épithélium, et » qui se divisent.... »; il ne se prononce d'ailleurs pas sur l'origine de ces *petites cellules-mères*.

» Balbiani, qui a étudié le tube digestif des Cryptops, s'exprime ainsi : « Dans la partie la plus profonde de l'épithélium, immédiatement en contact avec la tunique propre, s'étend une couche renfermant de nombreux petits noyaux granuleux....; je les désignerai sous le nom de » *couche germinative*. »

(¹) Travail fait à la Station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

» Enfin, Bizzozero, dans une série de Mémoires très importants sur la question, voit (chez les Mammifères), dans les glandes en tube de l'intestin, « le champ de régénération pour l'épithélium qui recouvre la surface » libre de la muqueuse ». Pour lui (comme pour Patzelt), les cellules, prenant naissance dans le tube glandulaire, glisseraient rapidement, leur extrémité inférieure restant toujours en contact avec la membrane propre, et gagneraient ainsi peu à peu la surface de la muqueuse. Bizzozero admet le même processus chez les Invertébrés, et, en particulier, chez l'*Hydrophilus piceus* et le *Dytiscus marginalis*, dont l'intestin présente des saillies externes qu'il assimile aux glandes en tube des Mammifères. Cette marche des cellules, venant du fond des culs-de-sac et se dirigeant vers la surface libre de la muqueuse, paraît être un procédé bien compliqué, et je suis d'accord avec Heidenhain pour trouver l'idée de Bizzozero un peu étrange (befremdlich).

» Le savant italien, pas plus que Frenzel et Balbiani, n'a éclairci le point obscur de l'origine des cellules génératrices.

» L'observation microscopique de mes coupes m'a amené à une explication qui me paraît bien plus simple. J'ai été, en effet, frappé de la ressemblance qu'avaient entre eux, dans bien des cas, les éléments épithéliaux et les éléments du tissu conjonctif sous-jacent. Frenzel lui-même, d'ailleurs, dans son Mémoire de 1893, parle de ces cellules du tissu conjonctif, et de ces petites cellules-mères qui, dit-il, se ressemblent à un cheveu près : *Sie gleichen auf ein Haar den Mutterzellchen*.

» Dans un grand nombre de mes préparations, j'ai pu me convaincre d'un fait, c'est que la limite entre l'épithélium et le tissu conjonctif sur lequel repose cet épithélium n'est pas toujours aussi nette et aussi tranchée qu'on pourrait le croire en consultant les figures des Mémoires cités. Il m'a même été possible d'assister au passage des noyaux du tissu conjonctif qui, peu à peu, après s'être divisés amitotiquement, s'entouraient d'une couche protoplasmique et se glissaient au-dessus des cellules épithéliales sur le point de tomber dans la lumière de l'intestin.

» C'est là un fait d'observation pure, et qui m'a paru présenter un certain intérêt; il tend, en effet, à faire envisager le tissu conjonctif, non plus comme uniquement destiné à relier entre eux les différents tissus, mais comme capable de jouer un rôle éminemment actif, rôle de tissu formateur.

» Cette opinion que j'émets sur le tissu conjonctif a, d'ailleurs, été

avant moi avancée par mon maître, M. le professeur Sabatier, dans son *Essai sur la Vie et la Mort* (1).

» Mes observations, bien qu'encore peu nombreuses, viennent donc naturellement confirmer les deux idées suivantes, exprimées par le même auteur :

» 1° Le tissu conjonctif continue plus ou moins, dans le cours de la vie, à être la *matrice* d'où sortent les éléments des autres tissus ....

» C'est un blastoderme post-embryonnaire.

» 2° Les épithéliums ne sont, du moins dans bien des cas, que la forme limitante des surfaces libres du tissu conjonctif. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches physiologiques sur les Lamellibranches* (Tapes decussata *et autres Tapidées*). Note de M. **Piéri**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers (2).

« La résistance à l'asphyxie, l'énergie musculaire, et enfin l'action du milieu extérieur ont été étudiées dans des conditions physiques ou chimiques variées. Voici les principaux résultats de ces recherches :

» I. *Résistance à l'asphyxie*. — Le *Tapes decussata* résiste à l'asphyxie et détermine le dédoublement alcoolique des hydrates de carbone, quand il est placé dans leur dissolution privée d'oxygène ou dans un espace confiné. Le saccharose, la dextrine et l'amidon sont d'abord transformés en glucose.

» Un dédoublement alcoolique analogue des matières de réserve a lieu, mais moindre, lorsqu'un *Tapes* est placé dans les mêmes conditions d'asphyxie.

» *Expériences*. — 1° Un *Tapes decussata*, lavé dans l'eau distillée, est placé dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote, ou dans l'eau bouillie d'une éprouvette renversée; il résiste à l'asphyxie (trois à quatre jours en été, six à huit en hiver), et il y a dégagement d'acide carbonique qui trouble l'eau de chaux placée dans un tube; la distillation de l'eau donne de l'alcool.

» 2° Même expérience avec une dissolution bouillie de glucose à $\frac{1}{2}$ pour 100. Le *Tapes* résiste un peu plus à l'asphyxie; le dégagement d'acide carbonique est plus fort et la quantité d'alcool plus grande.

---

(1) A. Sabatier, *Essai sur la Vie et la Mort*; 1893.

(2) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Roscoff.

» 3° Une dissolution de sucre de canne ou de dextrine se comporte comme celle du glucose; de plus, le résidu réduit la liqueur de Barreswill et brunit une dissolution de potasse ou de soude; avec l'iode (la dextrine) aucune coloration.

» 4° L'amidon se comporte comme la dextrine.

» Les animaux présentent donc le phénomène de la résistance à l'asphyxie comme les végétaux.

» II. *Énergie musculaire.* — L'énergie musculaire, par centimètre carré de section, atteint une valeur de 9^{kg} à 10^{kg} chez le *Tapes decussata*.

» Elle varie avec la température et possède une température optimum comprise entre 15° et 20°.

» Ces résultats ont été trouvés : 1° par traction directe sur les deux valves; 2° par la pression d'une colonne de mercure qui détermine l'écartement des deux valves. Le mercure est introduit entre les deux valves au moyen d'un tube adapté à un trou pratiqué dans une valve.

» III. *Variation du milieu extérieur : température, densité, composition.* — Tout changement, survenu dans les conditions normales d'existence du *Tapes*, détermine des troubles organiques qui ont un certain retentissement sur le cœur; la marche des pulsations cardiaques permet donc d'étudier l'action des agents physiques et chimiques.

» 1° Action de la température. — *a*. La chaleur agit comme un excitant. Toute élévation de température détermine une surexcitation des mouvements cardiaques.

» *b*. Une température de 45° à 50°, pendant un quart d'heure, détermine la mort et le cœur s'arrête en systole.

» 2° Composition du milieu extérieur (corps neutres et sels dissous dans l'eau de mer, tels que : chlorure de sodium, sulfate de magnésie, chlorure de magnésium, iodure de potassium, bromure de potassium).

» *a*. Le *Tapes decussata* ne supporte pas l'eau distillée, l'eau ordinaire ou même l'eau tenant en dissolution et *isolément* les différentes substances dissoutes dans l'eau de mer.

» *b*. Si l'on fait varier dans *l'eau de mer même* la proportion relative de ses différents sels, ils deviennent toxiques à une dose variable d'une substance à une autre; les sels de sodium et de magnésium le sont moins que les sels de potassium.

» *c*. Le milieu extérieur agit moins par sa densité que par sa composition.

» 3° Action directe de certaines substances. — *a*. *Acides*. — Les acides minéraux sont des poisons musculaires très puissants; ils agissent par la coagulation des matières albuminoïdes, à la dose de $\frac{1}{10000}$ et déterminent l'arrêt du cœur en systole et la rigidité musculaire (acides sulfurique, azotique, chlorhydrique).

» *b*. Les acides organiques (formique, phénique, acétique) sont moins énergiques; leur action est sensible au $\frac{1}{5000}$.

» *c*. Les *alcalis* sont moins énergiques que les acides; ils agissent au $\frac{1}{5000}$ par solution des matières albuminoïdes.

» Le gaz ammoniac est très délétère.

» *d. Alcool.* — L'alcool absolu, en contact direct avec le cœur ou avec les ganglions nerveux, détermine l'arrêt immédiat du cœur en systole.

» *e. Éther et chloroforme.* — L'éther et le chloroforme, en contact direct avec le cœur ou les ganglions, déterminent l'arrêt temporaire du cœur en systole; lorsque les pulsations reprennent, elles sont moins nombreuses et l'arrêt du cœur survient au bout de quelques heures.

» *d. Vapeurs.* — Les vapeurs d'éther, de chloroforme, d'alcool absolu sont très délétères; en quelques minutes, le cœur s'arrête en systole et les muscles deviennent rigides.

» *e. Essences.* — Les essences (bergamote, violettes, cèdre) produisent le même effet en quelques heures (2^h à 15^h).

» *f. Alcool, éther, etc., en injection.* — L'alcool à 30° et l'éther injectés dans le pied ($\frac{1}{2}^{cc}$) déterminent une surexcitation du cœur et provoquent des pulsations nombreuses et énergiques.

» *g.* L'alcool absolu et le chloroforme injectés dans le pied ($\frac{1}{2}^{cc}$) déterminent l'arrêt immédiat du cœur en systole et la rigidité musculaire.

» *h.* La caféine en injection dans le pied ($1^{cc}\frac{1}{2}$) ralentit les pulsations cardiaques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques lacs des Alpes, de l'Aubrac et des Pyrenées.* Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant l'été de 1894, j'ai continué mes recherches sur les lacs français, dans les Alpes, l'Aubrac et les Pyrénées.

» Le lac d'Allos (Basses-Alpes), situé à l'altitude approximative de 2200^m, et d'une superficie de 60^{ha} environ, est tout entier dans la roche en place, formée par les poudingues et les grès oligocènes. Il avait le 1er octobre, en eaux extraordinairement basses, une profondeur maximum de 35^m. Il s'écoule souterrainement par un trou visible en très basses eaux, et, comme tous les lacs qui n'ont pas de déversoir superficiel, est sujet à des variations de niveau considérables : elles dépassent une dizaine de mètres.

» Le lac de Lovitel (Isère), à l'altitude d'environ 1550^m, est soutenu par une digue formée de matériaux erratiques. Il est difficile, vu l'uniformité des roches de la région, de dire si l'on a affaire à une moraine ou à des éboulis. Ce lac a, en eaux basses, une profondeur de 50^m et, comme le lac d'Allos, s'infiltre sans écoulement superficiel à travers la digue en question; les variations de son niveau atteignent 13^m.

» Les lacs de l'Aubrac (Lozère), que j'ai explorés avec M. Fabre, le géologue bien connu des Cévennes, paraissent devoir leur origine à des barrages formés soit par des coulées de laves, soit par d'anciennes moraines. Ils sont au nombre de quatre et sont très peu profonds.

» Le plus grand, le lac de Saint-Andéol, célèbre dans les légendes populaires, n'a que $10^m,50$ de profondeur.

» Viennent ensuite le lac de Bord, avec 9^m, le lac de Salien, avec 11^m et le lac de Souverols, que je n'ai pu sonder, parce qu'il est entouré d'une ceinture de marais qui le rendent parfois inabordable; sa profondeur paraît d'ailleurs être très faible.

» Dans les Pyrénées, j'ai exploré la plupart des lacs de montagne ayant quelque importance.

» Le Tableau suivant donne le résumé de mes recherches :

	Lacs.	Départements.	Profondeur maximum.	Altitude approximative.
	Lac d'Artouste.........	Basses-Pyrénées	85^m	1950^m
	» de Miguelou.......	Hautes-Pyrénées	58 (1)	2250
	» d'Estaing..........	Hautes-Pyrénées	3,80	1250
	» de Gaube..........	»	41	1720
Lacs du massif de Néouvieille...	» de Tracens.........	»	20,50	2180
	» d'Escoubous.......	»	23,50	1950
	» de Cap de Long.....	»	56	2200
	» d'Orédon..........	»	48	1870
	» d'Auber...........	»	44	2160
	» d'Aumar...........	»	23	2200
	» Bleu.............	»	120	1960
Lacs du massif de Carlitte......	» de Naguille........	Ariège	72	1850
	» de Lanoux.........	Pyrénées-Orientales	53,50	2150

» Je rappelle que M. Belloc a, de son côté, exploré les lacs d'Oo (Haute-Garonne) d'Estom et de Caiallouas (Hautes-Pyrénées), pour lesquels il a obtenu respectivement les profondeurs de 67^m, 18^m et 101^m. J'ai retrouvé dans mes sondages les chiffres donnés par cet excellent hydrographe.

» L'origine de ces lacs de montagne, qui tous, sauf le lac d'Estaing, sont entièrement dans la roche en place (éruptive, cristallophyllienne ou primaire) et dont quelques-uns atteignent une profondeur considérable est assez malaisée à déterminer. Il est évident, pour beaucoup de raisons, qu'ils ne sont pas contemporains du plissement des Pyrénées. D'autre part, tout ce que nous connaissons des glaciers nous porte à croire que ceux-ci n'ont pu creuser des bassins d'une profondeur tant soit peu importante; il serait bien téméraire de leur attribuer l'origine de lacs comme le lac d'Artouste ou le lac Bleu. L'érosion aqueuse ne paraît guère avoir pu être un agent important d'excavation, surtout dans des roches peu solubles, comme celles qui entourent les lacs pyrénéens. Il semble plus naturel de

(1) Le mauvais temps m'ayant empêché de poursuivre mes opérations, il se peut que la profondeur maximum soit un peu supérieure à ce chiffre.

voir dans beaucoup de ces lacs le produit d'affaissements locaux, bien postérieurs à la formation des montagnes. Les travaux de M. Heim ont mis en lumière l'affaissement en bloc de tout un massif montagneux; il n'est pas impossible que, à l'intérieur d'un semblable massif, certaines régions aient subi des effondrements individuels, en jouant les unes par rapport aux autres. Si l'on examine les lacs qui forment la ceinture du Néouvieille, on est frappé de voir qu'ils offrent, par rapport à cette chaîne, la même disposition que les lacs subalpins par rapport au massif des Alpes.

» Les eaux des lacs des Pyrénées sont en général très transparentes; j'ai vu, dans celles du lac de Miguelou, le disque de Secchi jusqu'à la profondeur de 21^{m}. Elles sont très peu chargées de matières dissoutes, comme on pouvait s'y attendre d'après la nature du terrain; j'ai trouvé (eaux de surface) pour le lac d'Oo $0^{gr},0186$ de matières dissoutes par litre, pour le lac de Gaube $0^{gr},034$, et pour le lac d'Estom $0^{gr},0247$. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen M. Daubrée, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Mallard*.

En première ligne	M. Hautefeuille.
En seconde ligne, par ordre alphabétique	M. Barrois. M. Marcel Bertrand. M. de Lapparent. M. Michel-Lévy.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un procédé de vérification, applicable au calcul des séries de la Mécanique céleste.* Note de M. **Poincaré**.

« Dans mon Ouvrage intitulé « les Méthodes nouvelles de la Mécanique » céleste », j'ai montré comment on pouvait représenter les coordonnées des astres par des séries trigonométriques et je me suis particulièrement étendu sur ce sujet dans les Chapitres XIV et XV.

» Supposons que l'on étudie le mouvement de trois corps, par exemple du Soleil et de deux planètes; nous rapporterons les deux planètes à une origine mobile mais à des axes de direction fixe; la première planète sera rapportée à des axes passant par le Soleil et la seconde à des axes passant par le centre de gravité du Soleil et de la première planète.

» Soient x_1, x_2, x_3 les trois coordonnées de la première planète, x_4, x_5, x_6 celles de la seconde; soient y_1, y_2, y_3 les trois composantes de la quantité de mouvement de la première planète; soient y_4, y_5, y_6 les mêmes com-

posantes pour la seconde planète. Il s'agit, bien entendu, des quantités de mouvement de ces planètes dans le mouvement relatif par rapport aux axes mobiles auxquels elles sont respectivement rapportées et en leur attribuant des masses fictives convenablement choisies qui s'expriment simplement en fonctions des masses réelles.

» Dans l'Ouvrage que je viens de citer, j'ai montré que les x_i et les y_i peuvent s'exprimer de la façon suivante : Soit μ un paramètre très petit de l'ordre des masses; soient ξ_i et ϖ_i $(i=1, 2, \ldots, 6)$ douze constantes d'intégration dont quatre, que j'appelle ξ_3, ξ_4, ξ_5, ξ_6, sont très petites.

» Soient n_i $(i=1, 2, \ldots, 6)$ six quantités s'exprimant à l'aide de ces constantes; les n_i seront développés suivant les puissances de μ et de ξ_3, ξ_4, ξ_5, ξ_6; les coefficients du développement dépendront encore de ξ_1 et de ξ_2; les n_i seront donc ainsi fonctions de μ et des ξ_i, mais indépendants des ϖ_i. Quatre des n_i à savoir n_3, n_4, n_5, n_6 seront très petits. Les deux autres, n_1 et n_2, correspondent aux moyens mouvements; ce sont pour ainsi dire les moyens mouvements moyens.

» Posons enfin

$$\omega_i = n_i t + \varpi_i.$$

» Alors j'ai montré que les x_i et les y_i sont développables suivant les puissances de μ, ξ_3, ξ_4, ξ_5 et ξ_6; chaque terme du développement est une fonction périodique des ω, de période 2π, et dépend en outre de ξ_1 et de ξ_2.

» Les douze constantes ainsi introduites rappellent en quelque sorte les « éléments absolus » de M. Gyldèn; ξ_1 et ξ_2 jouent un rôle analogue à celui des grands axes; ξ_3, ξ_4, ξ_5, ξ_6 sont analogues aux excentricités et aux inclinaisons; ω_1 et ω_2 aux longitudes moyennes; ω_3, ω_4, ω_5, ω_6 aux longitudes des périhélies et des nœuds.

» Ces séries jouissent de certaines propriétés que la symétrie rend évidentes.

» Ainsi les séries qui représentent x_i et y_i seront respectivement de la forme

$$x_i = \Sigma A \mu^k \xi_3^{k_3} \xi_4^{k_4} \xi_5^{k_5} \xi_6^{k_6} \cos(m_1\omega_1 + m_2\omega_2 + \ldots + m_6\omega_6),$$
$$y_i = \Sigma B \mu^k \xi_3^{k_3} \xi_4^{k_4} \xi_5^{k_5} \xi_6^{k_6} \sin(m_1\omega_1 + m_2\omega_2 + \ldots + m_6\omega_6).$$

» Les A et les B sont des fonctions de ξ_1 et de ξ_2; les m et les k sont des entiers; mais ces entiers ne sont pas quelconques; les k sont des entiers positifs, les m peuvent être positifs, négatifs ou nuls; on aura

$$m_1 + m_2 + \ldots + m_6 = 0.$$

» Enfin $|m_i|$ (où $i = 3, 4, 5$ ou 6) sera plus petit que k_i et de même parité que k_i.

» La constante des forces vives C sera une fonction des ξ_i, ou bien encore (puisque les n_i sont six fonctions indépendantes des ξ_i) ce sera une fonction des n_i. Je préfère supposer C exprimé en fonction des n_i.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que les séries obtenues ainsi ne sont pas convergentes, mais qu'elles peuvent néanmoins, à la façon de la série de Stirling, rendre des services aux astronomes.

» Elles sont donc importantes et comme les calculs qui y conduisent sont délicats et difficiles, il n'est pas sans intérêt de connaître des procédés de vérification.

» Un premier procédé consiste à substituer ces séries dans le premier membre de l'équation des forces vives, ou des équations des aires. Ces premiers membres doivent se réduire à des fonctions des ξ_i seulement.

» Mais il y a un autre procédé de vérification, qui ne s'aperçoit pas aussi immédiatement, et c'est sur ce point que je désirerais attirer l'attention.

» Les égalités suivantes doivent être identiquement vérifiées

$$\sum_i \left(2x_i \frac{dy_i}{d\xi_k} + y_i \frac{dx_i}{d\xi_k}\right) = \mathrm{H}_i,$$
$$\sum_i \left(2x_i \frac{dy_i}{d\omega_k} + y_i \frac{dx_i}{d\omega_k}\right) = 3\,\frac{d\mathrm{C}}{dn_k}.$$

» Les H_i sont des fonctions des ξ seulement, indépendantes des ω.

» Quant à C, c'est la constante des forces vives supposée exprimée en fonction des n_i.

» On peut ajouter, et c'est d'ailleurs une conséquence des égalités précédentes, que l'expression

$$\sum x_i\, dy_i$$

est une différentielle exacte quand on y regarde les ξ comme des constantes et les ω comme six variables indépendantes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les cultures dérobées d'automne.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« Bien que j'aie déjà, à diverses reprises, entretenu l'Académie des pertes considérables de nitrates que subissent à l'automne les terres dépouillées

de leurs récoltes, par l'infiltration dans les couches profondes des eaux qui ont traversé le sol et que j'aie déjà insisté sur les avantages que présentent les cultures dérobées d'automne, je lui demande la permission de revenir de nouveau sur ce sujet important.

» Les nombreuses analyses d'eaux de drainage que j'ai éxécutées m'ont montré qu'après la moisson, les terres qui restent nues perdent des poids de nitrates souvent supérieurs à ceux qui sont distribués au printemps comme engrais et que cette perte représente une somme égale au prix du loyer de la terre dans une grande partie de la France.

» Ces conclusions découlent, il est vrai, d'analyses portant sur les eaux de drainage de terres absolument privées de plantes adventives, tandis que les terres en place se couvrent après la moisson d'une végétation spontanée due au développement des graines qui se sont échappées des épis et aussi de celles qu'apporte le vent.

» Habituellement, cependant, les cultivateurs soigneux cherchent à se débarrasser de ces pâturages improvisés, de façon à n'avoir pas l'année suivante leurs terres envahies par ces plantes adventives qui prennent leur part de l'eau des engrais, diminuent les récoltes et méritent le nom si énergique de *mauvaises herbes* que leur donnent les cultivateurs.

» Il arrive cependant que les labours de déchaumage, à l'aide desquels on détruit cette végétation spontanée, exercent une influence fâcheuse, particulièrement sur les terres filtrantes, quand ils ne sont pas suivis du semis d'une plante à végétation hâtive; c'est ce qu'a observé notamment M. Battanchon, professeur départemental d'Agriculture de Saône-et-Loire, de telle sorte qu'on est en droit de se demander s'il est bien nécessaire de déchaumer et de semer une plante destinée à être enfouie et s'il ne suffirait pas de laisser les terres couvertes de plantes adventives, qui, enfouies au moment des grands labours d'automne, serviraient elles-mêmes d'engrais vert.

» Pour savoir quel est celui de ces deux modes d'opérer qu'il faut préférer, il convient, d'une part, de comparer l'aptitude qu'ont les graminées spontanées ou les légumineuses semées de retenir les nitrates, et de l'autre de suivre la décomposition dans le sol des graminées ou des légumineuses enfouies comme engrais vert, afin de voir avec quelle facilité elles laissent réapparaître au printemps suivant, sous la forme éminemment assimilable de nitrates, l'azote qu'elles se sont assimilé l'automne précédent.

» J'ai déjà, l'an dernier, appelé l'attention de l'Académie sur la propriété curieuse que possèdent les racines de retenir en nature les nitrates

et j'ai trouvé que les racines des graminées sont plus chargées que celles du trèfle; on en jugera par les nombres suivants, observés au mois de décembre 1893.

Azote nitrique contenu dans 100^{gr} *de racines sèches.*

Blé	1^{gr},061	0^{gr},560
Ray-grass		0^{gr},375
Trèfle		0^{gr},088

» L'analyse des eaux de drainage écoulées de grands pots renfermant 50^{kg} de terre et ensemencés les uns en ray-grass, les autres en trèfle, démontre encore que les graminées retiennent mieux les nitrates que les légumineuses.

Azote nitrique (calculé pour 1^{ha}*) contenu dans les eaux de drainage (automne* 1893).

Cultures de ray-grass (10 vases)	13^{kg},78
Cultures de trèfle »	22^{kg},15

» Les plantes avaient été très affaiblies par la sécheresse de l'été de 1893. Ces pertes sont tout à fait exceptionnelles, très souvent elles sont nulles, toute l'eau tombée étant rejetée dans l'atmosphère par la transpiration végétale.

» Pendant l'année 1894, ces mêmes cultures ont donné pour la moyenne des 20 vases d'expériences :

Azote nitrique (calculé pour 1^{ha}*) contenu dans les eaux de drainage (année* 1894).

Cultures de ray-grass (10 vases)	9^{kg},76
Cultures de trèfle »	15^{kg},63

» Les plantes sont redevenues vigoureuses et les pertes sont bien moindres qu'à l'automne de 1893; néanmoins les résultats sont tous dans le même sens et pour le premier office, retenir les nitrates, les graminées sont préférables aux légumineuses.

» Il est bien à remarquer, cependant, que dans certaines contrées où la terre se couvre très aisément de plantes adventives, dans la Limagne d'Auvergne notamment, on n'hésite pas à détruire cette végétation spontanée qui couvre le sol après la moisson et à la remplacer par une culture dérobée de vesce; c'est un usage très répandu, les praticiens ont reconnu que cette

manière d'opérer était avantageuse et il était intéressant de chercher la raison de son efficacité.

» Ainsi qu'il a été dit déjà, le rôle que remplissent les cultures dérobées d'automne est double; elles doivent, quand elles sont sur pied, retenir les nitrates que les eaux de drainage tendent à entraîner, mais en outre, après qu'elles ont été enfouies, fournir par leur décomposition de l'azote sous la forme éminemment assimilable de nitrates.

» Or, pour ce second office, les légumineuses l'emportent nettement sur les graminées; c'est ce qui résulte des analyses suivantes :

Azote nitrique, calculé pour un hectare, contenu dans les eaux de drainage de terres fumées avec du ray-grass ou du trèfle enfouis comme engrais verts (année 1892).

Ray-grass enfoui	$55^{kg},15$
Trèfle	$79^{kg},59$

» M. Bréal, qui travaille à mon laboratoire du Muséum depuis de longues années et dont le nom est bien connu de l'Académie, a trouvé de son côté [1] :

Azote nitrique (en milligrammes) contenu dans les eaux de lavage de 1^{kg} *de terre enrichie de ray-grass ou de luzerne contenant la même quantité d'azote.*

	mg
Terre sans engrais	141,6
Terre avec ray-grass enfoui	190,8
Terre avec luzerne enfouie	289,4

» J'ai remarqué, en outre, que la culture des prairies naturelles récemment défrichées était très difficile, non seulement à cause des insectes qui y pullulent, mais en outre parce que la nitrification est très lente à s'y établir.

» Les considérations précédentes justifient donc l'habitude où sont les cultivateurs auvergnats de déchaumer pour semer de la vesce qu'ils enfouissent en novembre.

» Cette pratique est peu répandue dans le Nord de la France, je crois qu'il serait utile de l'y propager, et pendant ces dernières années j'ai exécuté un certain nombre d'essais pour savoir quel était le poids des récoltes

(1) *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 288.

qu'on pouvait ainsi obtenir en culture dérobée, et pour en déduire le poids de fumier de ferme que ces cultures permettraient d'épargner.

» Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau suivant :

Années des observations.	Localités.	Plante à laquelle succède la culture dérobée.	Poids de la vesce enfouie à l'hectare. Fraîche.	Poids de la vesce enfouie à l'hectare. Desséchée à 110°.	Azote pour 100 de matière sèche.	Azote enfoui à l'hectare.	Poids du fumier correspondant à la vesce enfouie, calculé à 5 kg d'azote par tonne de fumier.
			kg	kg		kg	kg
1892	Champ d'exp. (Grignon)	Blé	17000	3400	2,60	88,40	17000
1893	id.	»	6686	1380	3,0	41,4	8240
Id.	Marmilhat, Puy-de-Dôme, grande culture.	»	7657	1607	4,2	67,5	13500
1894	Grignon. Champ d'exp.	»	5500	990	4,2	41,6	8300
Id.	Id. Case de végét. n° 9.	»	12000	2280	3,9	88,9	17780
Id.	Id. Case de végét. n° 10.	»	11000	2080	3,7	76,9	15390
Id.	Id. Case de végét. n° 11.	»	10250	1933	3,4	65,7	13100
Id.	Id. Gr. culture.	Seigle	12500	2470	3,07	78,0	15600
Id.	Id. Id.	»	13200	2554	3,5	90,1	18000

» En 1892, le semis a été fait de bonne heure, et la culture réussie.

» Bien qu'en Seine-et-Oise et dans la Limagne d'Auvergne on ait eu, en juillet 1893, des pluies qui ont fait cruellement défaut dans les autres parties de la France, la terre était tellement sèche que la levée et la croissance de la vesce ont été retardées; en Limagne, on estime que la récolte est inférieure d'un tiers à une récolte moyenne.

» Cette année, à Grignon, la vesce a bien réussi sur les cases de végétation après blé à épi carré, et en grande culture sur plusieurs hectares après seigle; au champ d'expérience, la culture dérobée n'a donné que de maigres résultats par suite d'un semis tardif.

» J'ai déjà insisté sur l'importance que présente l'enfouissement en novembre; si on laisse la récolte sur pied pendant l'hiver, la décomposition est trop lente pour que les plantes semées l'année suivante puissent se saisir des nitrates que produisent les fermentations successives des matières azotées de l'engrais vert enfoui ([1]).

» La culture du blé s'étend en France sur 7 millions d'hectares; si, après la moisson, on s'astreignait à semer de la vesce en culture dérobée,

---

([1]) *Annales agronomiques.*

on enfouirait sur chaque hectare la valeur de 10 à 15 tonnes de fumier; ce serait donc de 70 millions à 105 millions de tonnes de fumier qui viendraient enrichir notre sol. Or notre production annuelle de fumier est estimée à 100 millions de tonnes environ, l'extension des cultures dérobées d'automne est donc susceptible de doubler la somme des matières fertilisantes distribuées chaque année dans notre pays. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Mallard*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Hautefeuille	obtient	38	suffrages,
M. Marcel Bertrand	»	9	»
M. de Lapparent	»	5	»
M. Michel Lévy	»	4	»
M. Barrois	»	1	»

Il y a un bulletin nul.

M. **Hautefeuille**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur le point critique des liquides tenant en solution des corps solides* (1). Note de **Raoul Pictet**.

« Nous avons montré précédemment que les traces les plus faibles d'alcool dans le chloroforme ou le chloréthyle faisaient varier d'une façon très notable le point critique de ces liquides. Nous nous sommes occupé également de l'influence des corps solides dissous dans les liquides. En même temps, nous avons cherché à déterminer expérimentalement quelle est la puissance dissolvante des vapeurs des liquides portés à une température supérieure à leur point critique.

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance du 7 janvier 1895.

» Dans cette série de recherches, nous avons pris d'abord l'éther sulfurique, *parfaitement pur*, comme point de départ; nous avons déterminé la température d'ébullition sous la pression barométrique du laboratoire, et le point critique selon la méthode décrite. Cela fait, nous avons dissous du camphre sous ses trois formes isomériques, appelées *bornéol, cinéol* et *terpinéol*, et ensuite du phénol, du gaïacol et de l'iode. Tous ces corps ont été dissous dans l'éther.

» Nous avons continué par la solution d'alizarine $C^{14}H^6O^2(OH)^2$ dans l'alcool et par la dissolution du bornéol dans le chloréthyle.

» Ces expériences conduisent à des conséquences inattendues sur le pouvoir de dissolution des vapeurs surchauffées. Voici ce qu'on observe :

» Lorsque le thermomètre est placé très près du tube de verre contenant la solution de $0^{gr},5$ de bornéol dans 25^{gr} d'éther pur, on constate que sa température dépasse toujours la température qu'il indiquait dans la même position pour l'éther pur.

» Au moment où le thermomètre approche de la température du point critique de l'éther, à 189°, on constate, contre les parois supérieures du tube contenant la solution, une condensation de vapeurs qui redescendent vers le liquide du bas; l'agitation du liquide est extrême, beaucoup plus vive que pour l'éther pur.

» La température monte jusqu'à 197° avant que le ménisque disparaisse et que l'on ait atteint le point critique de cette solution. Tout le liquide s'évanouit, mais on ne constate *aucun dépôt solide* dans le tube de verre qui reste transparent.

» Le camphre est donc *gazeux*, ou en solution gazeuse, dans les *vapeurs d'éther* (¹).

» Cette même solution n'a donné une élévation de point d'ébullition que de 0°,2 au-dessus de celui de l'éther pur; la température du point critique s'est élevée de 8°, à 197°. Cependant, à cette température, le bornéol est encore solide : il ne fond qu'à 198°.

» En évaporant à l'air libre cette solution, nous retrouvons la totalité du bornéol solide dans l'éprouvette; donc, sous la pression atmosphérique, la dissolution du bornéol dans les vapeurs d'éther est nulle.

» En répétant la même expérience avec les deux mêmes corps, mais en dissolvant 45^{gr} de bornéol dans 55^{gr} d'éther, nous avons élevé la température du point critique de 107°. Le ménisque n'a disparu qu'à 296°; il reparaissait pour une variation de $\frac{1}{10}$ de degré au-dessous de cette température.

» *La totalité du bornéol est restée dissoute dans le gaz ou les vapeurs d'éther.*

» Afin d'abaisser la température du point critique de ces mélanges, nous avons remplacé l'éther par le chloréthyle.

» Nous dissolvons 1^{gr} de bornéol (qui fond à 198°) dans 50^{gr} de chloréthyle pur dont le point critique est 181°.

(¹) C'est mon assistant, M. le Dr russe Altschul, qui, le premier, a fait cette expérience et cette constatation.

» La température du point critique s'est élevée de 10° à 191°, *mais aucune trace de dépôt solide* ne s'est laissée percevoir.

» Des solutions de guaïacol cristallisé $C^6H^4\langle^{OCH^3}_{OH}$ dans l'éther nous ont donné des résultats très concordants, confirmant tout ce que nous avions constaté avec le camphre.

» L'iode et le phénol se sont comportés de même.

» Afin d'assister à cette dissolution des corps solides dans les gaz, nous avons rempli un tube d'une solution d'*alizarine dans l'alcool*.

» L'alizarine est un solide qui ne fond qu'à 290°. La température du point critique de cette solution a été de 240°, soit 50° au-dessous du point de fusion de l'alizarine.

» Ici nous avons pu suivre les différentes phases du phénomène. La solution très colorée d'alizarine occupait le tiers inférieur du tube. L'extrémité supérieure, fermée à la lampe, forme une pointe effilée qui retient par capillarité une goutte de liquide très apparente.

» Lorsque la température s'élève progressivement et s'approche du point critique de l'alcool, on voit distinctement cette *distillation intérieure* s'établir. Les vapeurs d'alcool sont, à ce moment, *incolores* et leur afflux continu, venant se mêler à la gouttelette retenue par la capillarité, provoque la *décoloration complète* de la pointe fine du tube. La dissolution des vapeurs d'alcool dans la gouttelette primitive fait écouler vers le bas toute la matière colorante.

» A 240° le ménisque disparaît et le tube est partagé en deux régions, l'une totalement incolore, l'autre très colorée. On voit des mouvements giratoires s'établir entre ces deux zones et, dans l'espace de cinq à six secondes, la coloration rouge a envahi *tout le tube,* mais la teinte générale uniforme est sensiblement affaiblie.

» Il est donc visible que les vapeurs de l'alcool à 240° ont la propriété de dissoudre l'alizarine comme l'alcool liquide.

» Ces nombreuses expériences donnent un certain poids à la théorie que nous avons formulée en 1877. Nous avons admis que la *liquéfaction des vapeurs* se présente sous deux phases distinctes : l'une à des températures *supérieures au point critique*, dans une multitude de points au centre des vapeurs et dont le *nombre est proportionnel à la pression;* l'autre, *au-dessous du point critique, à la pression des vapeurs saturées*.

» La pesanteur n'intervient que dans le second cas, pour rassembler au fond du réservoir la masse de *gouttelettes permanentes*. Dans la première phase, la vésicule n'a qu'une durée si éphémère qu'elle se vaporise presque aussitôt formée, pour être remplacée par une autre vésicule dans une position voisine. Ces petites sphères liquides n'arrivent ainsi jamais à constituer une goutte, ni un ménisque visible à l'œil. La *liquéfaction* ne peut être constatée que pour des températures inférieures au point critique.

» Les corps solides, par centre, se dissoudraient dans l'ensemble des vésicules liquides disséminées au sein des vapeurs, sous haute pression, dans le voisinage du point critique.

» Il est probable, d'après cette théorie, qu'en *surchauffant* ces vapeurs on arrivera *au dépôt* des corps solides, car le nombre des particules liquides simultanées diminue rapidement avec la température. Les conditions expérimentales pour réaliser cette expérience ne sont pas encore remplies.

» Si le dépôt des substances solides n'a pas lieu, il faudrait admettre que *les corps solides peuvent devenir gazeux et se mélanger à d'autres gaz, à des températures très inférieures à leur température de fusion, et cela sous des pressions considérables de leurs propres vapeurs*, ce qui est en opposition avec toutes les lois sur les changements d'état des corps.

Poids		Température du point critique.	Variation du point	
des corps dissous.	des dissolvants.		d'ébullition.	critique.
0,5 gr de bornéol $C^{10}H^{18}O$	25 gr éther	197°	0°,2	8°,0
0,5 de cinéol $C^{10}H^{18}O$	25 éther	193	0,2	4,0
0,5 de terpinol $C^{10}H^{18}O$	25 éther	197	0,2	8,0
45,0 de bornéol	55 éther	296	pas encore déterminé	107,0
0,5 de phénol C^6H^6OH	25 éther	201	0,1	12,0
0,5 de guaïacol	25 éther	195	0,3	6,0
1,0 d'Iode	30 éther	193	0,2	5,0
1,0 de Bornéol	50 chloréthyle	191	0,2	10,0

VITICULTURE. — *Le traitement des vignes phylloxérées, par les mousses de tourbe imprégnées de schistes.* Note de M. F. de Mély.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les renseignements que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie sur le traitement des vignes phylloxérées, par les mousses de tourbe imprégnées de schiste, proviennent de sources absolument diverses; ils sont de nature à préciser les doses à employer, comme les modifications à apporter aux expériences de tâtonnements que j'avais indiquées il y a trois ans.

» Mon champ d'expérience, pour sa part, a été depuis deux ans très maltraité : gelé deux fois, écrasé par la grêle d'août 1893, j'avais tout lieu de craindre qu'il ne disparût. Jusqu'au mois de mai, il avait été très vert; en juin, il était absolument jaune, mais, à la mi-juillet, il a commencé à rever-

dir ; en septembre, s'il était encore maigre de bois, il présentait une verdeur intense, qui me permet d'espérer que je pourrai tout au moins lutter encore. Il y aura quatre ans l'an prochain que les vignes françaises ont absolument disparu de la région ; ma vigne a maintenant dix années d'âge.

» Mais ce qui est également intéressant, ce sont les essais scientifiquement conduits dans d'autres pays. Après ma Communication à l'Académie, M. le Directeur général de l'Agriculture chargeait M. le Dr Crolas, dont chacun connaît la compétence en ces matières, de faire des expériences officielles. Ce savant a bien voulu m'autoriser à faire connaître à l'Académie les conclusions du Rapport qu'il a adressé à M. le Ministre de l'Agriculture à la suite de cette campagne; les voici :

» Les ceps de toutes les parcelles présentaient une assez grande quantité de radicelles; ceux des parcelles traitées, une quantité d'insectes notablement inférieure à ceux de la parcelle témoin.

» Il nous a semblé que la dose moyenne de 250gr par ceps donnait d'aussi bons résultats que les doses plus fortes.

» Il résulte de cette prremière série d'expéiences :

» 1° Que l'huile de schiste, aux doses que nous avons employées, ne nuit pas à la végétation ;

» 2° Que cette huile agit comme insecticide, au moins dans certaines limites ;

» 3° Que la tourbe agit comme engrais, ce qui était prévu, étant donné sa teneur en azote.

» De nouvelles expériences sont nécessaires pour nous permettre de nous prononcer sur la valeur du procédé.

» D'un autre côté, plusieurs agriculteurs ont également fait des expériences. L'une d'elles m'a semblé assez scientifiquement conduite pour mériter qu'on s'y arrête. M. de Borde de Forest, viticulteur dans le Puy-de-Dôme, a cru devoir faire analyser son terrain; puis il a procédé au traitement, auquel il a apporté certaines modifications raisonnées, que l'Académie nous permettra de lui signaler.

» Les expériences ont eu lieu dans un terrain légèrement argileux, contenant 16 pour 100 de calcaire, où le sulfure de carbone n'avait donné aucun résultat appréciable. Le traitement a été fait en février, avec de la tourbe imprégnée à 10 pour 100, à 200gr par ceps. Pendant l'année 1893, il n'y eut aucun résultat; mais la seconde année, les ceps phylloxérés commencèrent à reprendre vigueur et là où, en 1893, ils n'avaient poussé que de 5cm, ils donnèrent en 1894 du raisin sur des sarments de 2m 50 et 3m. Aujourd'hui, m'écrit-il, il est impossible de reconnaître dans ces vignes les taches phylloxériques.

» De ces renseignements éminemment sérieux, nous pouvons conclure

qu'un seul traitement est utile; que deux semblent inutiles; qu'il s'agit de détruire les pondeuses au moment du départ de la végétation (1).

» Enfin, M. le Dr Crolas, M. de Borde et moi-même, nous en arrivons chacun séparément à admettre que 250gr environ de schiste, dans une dose de tourbe à modifier peut-être, nous permettront d'atteindre le but que nous poursuivons. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CINÉMATIQUE. — *Sur un mode de description de la ligne droite au moyen de tiges articulées.* Note de M. **Raoul Bricard**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

(Commissaires : MM. Haton de la Goupillière, Darboux, Léauté.)

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie constitue une solution du problème de la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne au moyen de cinq tiges articulées qui présente peut-être quelque intérêt, même après les belles études de M. Hart sur les pentagones articulés. La démonstration des propriétés de cet appareil peut s'établir aisément comme il suit :

» Soit OMPM'O' un système formé de quatre tiges articulées OM, MP, PM', M'O' (2). Les points O et O' sont fixes et le point P est assujetti à décrire la perpendiculaire élevée à OO' en son milieu I. Les deux tiges OM, O'M' ont même longueur R et les deux tiges MP, M'P', même longueur d. On suppose enfin que le système est déformé de telle manière que les points M et M' n'occupent pas des positions symétriques par rapport à la droite IP.

» Prenons sur MO et M'O' deux points Q et Q' tels que

$$MQ = M'Q' = \frac{d^2}{R}.$$

Pendant la déformation du système, la distance des deux points Q et Q'

(1) Je ne saurais nier d'ailleurs que mon directeur de culture, M. Monternier, dont je me plais à dire ici toute la compétence agricole, n'a jamais fait qu'à regret le traitement de juin, m'affirmant que je faisais sécher les fines radicelles qui s'étaient développées au printemps dans la mousse de tourbe.

(2) Le lecteur est prié de faire la figure.

reste constante et égale à $OO'\frac{d}{R}$. Il suffit, pour le voir, de remarquer que les deux triangles OPO', QPQ' sont constamment semblables et que le rapport $\frac{PQ}{PO}$ est constamment égal à $\frac{d}{R}$.

» Réciproquement, les deux points Q et Q' étant reliés par une tige de longueur égale à $OO'.\frac{d}{R}$, le point P décrit la perpendiculaire élevée à OO' en son milieu.

Dans la réalisation de ce dispositif, on a fait

$$OO' = 2R,\ d = R\sqrt{2},$$

d'où

$$OQ = O'Q' = R, \qquad QQ' = OO'\sqrt{2}.$$

Le système, dans sa position moyenne, affecte la forme d'un carré dont les deux diagonales sont tracées et dont deux côtés opposés sont supprimés.

» Je ferai encore, au sujet de ce système, la remarque suivante : le point I coïncide toujours avec le segment de droite limité par les milieux de MM' et QQ'. Si donc on suppose les tiges MP et M'P munies de contrepoids qui fassent tomber leurs centres de gravité respectifs en M et M', et si l'on suppose en outre le poids de chacune de ces tiges égal à la moitié du poids de la tige QQ', l'ensemble des cinq tiges aura toujours son centre de gravité au point I. L'appareil sera donc équilibré dans toutes ses positions.

» Je signale, en terminant, une proposition qui permet d'obtenir un nombre infini de solutions du problème de la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne au moyen de systèmes articulés. Soit $A_1A_2\ldots A_{2n}$ une ligne brisée à côtés égaux, dont les sommets s'appuient alternativement sur deux circonférences C et C'. Si, pour une position donnée du point A, cette ligne brisée se ferme après $2n$ côtés, il en sera toujours de même, quelle que soit la position donnée au point A. La démonstration de ce théorème résulte immédiatement de ce fait que la droite A_mA_{m+2} enveloppe une conique, et de l'application du théorème de Poncelet sur les polygones inscrits et circonscrits à deux coniques.

» Dans le cas où n est un nombre pair, les points A_m, A_{m+n} sont toujours symétriques par rapport à la droite qui joint les centres des deux circonférences; cette droite peut donc être décrite en articulant deux tiges égales MA_m, MA_{m+n} aux points A_m, A_{m+n}. »

M. **Marsden Manson** adresse, de San-Francisco (Californie), un Mémoire intitulé : « Les climats terrestres et solaires; leurs causes et leurs variations ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Gaudry, Cornu.)

M. G. **Koch** adresse un Mémoire, écrit en allemand, sur le vol des oiseaux.

(Commissaires : MM. Marey, Guyon, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. J. **Janssen**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de présenter, comme Président, l'Annuaire du Bureau.

» Le Bureau ayant été créé par la *Convention* en 1795, cette publication a juste aujourd'hui un siècle d'existence et il est curieux de comparer le volume minuscule qui fut le premier de cette collection, et qui n'avait pas 50 pages, avec celui d'aujourd'hui qui en compte près de 900.

» Les premiers Annuaires, rédigés par Lalande, ne contenaient, en outre du Calendrier donnant le lever, le coucher et le passage au Méridien du Soleil, de la Lune et des Planètes, que quelques explications et Tableaux très sommaires sur les *nouvelles mesures*, la surface et la population des principales parties de la Terre, celles des Départements français, etc.

» Aujourd'hui, les données et les renseignements fournis par notre publication embrassent presque toutes les parties de l'Astronomie pratique et sont l'objet des soins constants de la part de notre savant confrère, M. Lœwy. Les monnaies françaises et étrangères, l'amortissement et l'intérêt, les poids et mesures, la mortalité, les données physiques relatives aux densités, à l'élasticité, à la dilatation, aux points critiques, à l'acoustique, à l'optique et à l'électricité, y forment la matière de Tableaux très complets et très étendus, pour lesquels la collaboration de nos éminents confrères, MM. Fizeau, Cornu, Sarrau, et celle de M. Mathias, nous ont été bien précieuses.

» Je citerai encore le travail si complet de Géographie statistique de notre savant confrère M. Levasseur, et enfin celui de notre Secrétaire perpétuel, M. Berthelot, sur la Thermochimie, qui est presque tout

entière sa création, et qui occupe à juste titre une grande place dans le Volume.

» Une des principales causes du succès de l'*Annuaire* est due aux Notices dont les astronomes les plus célèbres du siècle se sont plu à l'enrichir, les Lalande, les Laplace, les Humboldt, les Arago, les Delaunay pour ne citer que ceux qui ne sont plus. Parmi eux, la figure sympathique d'Arago se détache d'une manière toute spéciale. Il a personnifié, en quelque sorte, l'*Annuaire*, depuis 1824 jusqu'à sa mort, par la part si grande qu'il prenait à sa rédaction et par les Notices si intéressantes, si autorisées, si nombreuses, dont il l'enrichissait.

» Le Volume de cette année renferme de belles et intéressantes Notices de nos confrères MM. Bouquet de la Grye, Tisserand, Poincaré.

» En résumé, nous pouvons dire que le Bureau s'est surabondamment et brillamment acquitté de la tâche que la Convention lui avait imposée en lui demandant la rédaction d'un *Annuaire propre à régler tous ceux de la République*. »

La **Königliche Gesellschaft der Wissenschaften de Göttingen** adresse à l'Académie une Lettre dont voici la traduction :

« Les Académies de Munich et de Vienne, les Sociétés scientifiques de Göttingen et de Leipzig se sont réunies depuis un an, pour travailler en commun à une entreprise d'un intérêt scientifique général; nous sommes chargés de vous donner connaissance des projets qui ont été présentés par l'Académie de Vienne à la réunion des délégués tenue à Göttingen les 15 et 16 mai derniers. Ils sont relatifs à la recherche des rapports (qui peuvent exister) entre les variations d'intensité de la pesanteur à la surface de la terre et la constitution géologique de l'écorce terrestre, rapports qui sont rendus bien probables par les travaux de M. Defforges et de M. Sterneck.

» Nous avons réuni, dans un Mémoire ci-joint, les résultats de notre conférence, les points de vue qui y ont prévalu; mais ce Mémoire est seulement destiné à éclairer l'orientation provisoire des recherches abordées et le moyen de les exécuter; il n'a pas l'importance d'un programme déterminé pour l'organisation future.

» La solution d'une question si étendue ne semble possible que par la réunion des différentes nations; elles devraient, à cause de la connexité du but poursuivi, avoir recours à la Géodésie internationale. »

[Les signataires annoncent qu'une réunion des délégués des Académies aura lieu le 5 septembre à Innsbrück, en même temps que la réunion de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale. Ils demandent que l'Académie veuille bien envoyer des délégués à cette Conférence.

Ils demandent enfin qu'on veuille bien les informer de la décision de l'Académie, afin de pouvoir lui transmettre, au besoin, des renseignements plus détaillés].

(Renvoi à MM. Fizeau et Daubrée.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, la traduction d'une étude de M. *Lorenzo Sundt* sur le lac Titicaca, publiée dans le journal bolivien *El Heraldo*.

(Renvoi à MM. d'Abbadie et Daubrée.)

M. **von Richthofen**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Matheron**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

MM. **J. Coniel**, **Meslans**, **Sappin-Trouffy** adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

M. **H. Baillon** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Ed. Bureau** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **J. Carpentier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. *de Lesseps*.

(Renvoi à la future Commission.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application aux équations différentielles de méthodes analogues à celles de Galois.* Note de M. **Jules Drach**, présentée par M. H. Poincaré.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 8 mai 1893, nous avons essayé d'appeler l'attention sur une classe de problèmes pour lesquels on

connaît une méthode *logique* et *nécessaire* de résolution : tout progrès accompli dans cette résolution est défini par un groupe dont on connaît explicitement les invariants différentiels. En indiquant, à ce moment, un certain nombre de ces problèmes, nous avons annoncé que la plupart des questions d'intégration pouvaient se traiter par la même méthode.

» Au lieu de donner immédiatement les résultats auxquels nous sommes parvenus, il nous a paru indispensable de chercher à les présenter sous une forme aussi élémentaire et *intuitive* que possible; nous avons été conduits ainsi à reprendre la théorie des équations algébriques donnée par Galois et à l'exposer de façon que son extension aux systèmes différentiels soit immédiate ([1]). Cette extension fait le sujet d'un travail qui sera prochainement publié et dont nous allons indiquer brièvement les points essentiels.

» Soit un système formé d'un nombre limité d'équations *algébriques* entre : 1° des données $A_1, \ldots, A_n$, fonctions déterminées, c'est-à-dire *isolées logiquement,* de variables indépendantes $x_1, \ldots, x_p$ et leurs dérivées partielles jusqu'à un ordre déterminé; 2° un certain nombre d'inconnues $z_1, \ldots, z_m$ et leurs dérivées par rapport aux x, jusqu'à un ordre déterminé : il est, en général, impossible, à l'aide des signes d'opérations qui ont été nécessaires pour définir logiquement les A, d'exprimer d'une manière explicite les éléments Z les plus généraux qui vérifient le système. On est alors amené à faire l'*intégration logique* du système, c'est-à-dire à *étudier d'une façon précise le système des relations* EXPLICITES *indépendantes que l'on peut écrire entre les données, leurs dérivées, les inconnues et leurs dérivées*. Lorsque cette étude sera faite, on pourra introduire dans les raisonnements et les calculs les éléments Z considérés comme *explicités :* ces éléments sont *entièrement* définis par le système des relations explicites dont il vient d'être question et, *au point de vue logique,* il est impossible de les définir autrement.

» I. Pour intégrer une équation linéaire aux dérivées partielles

$$X(f) = \frac{\partial f}{\partial x} + A_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + \ldots + A_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0 \tag{1}$$

à $(n+1)$ variables, il est nécessaire et suffisant d'en déterminer n solutions; ces n solutions ne peuvent être définies qu'aux transformations près

---

([1]) *Introduction à la théorie des nombres et à l'Algèbre supérieure* (2e Partie). Nony et Cie, 1895.

du groupe ponctuel général à n variables ou de l'un de ses sous-groupes. Il existe autant de types de transcendantes définies par l'équation (1) qu'il existe de types de sous-groupes, finis ou infinis, du groupe ponctuel à n variables. Tous ces types de sous-groupes ont été pour 1, 2 et 3 variables déterminés par M. Lie qui a donné des méthodes générales pour le cas de n variables.

» Pour déterminer à quel type appartiennent les transcendantes qui permettent d'intégrer une équation donnée, il suffira de reconnaître si certaines équations *résolvantes, que l'on sait former par des opérations rationnelles* admettent ou non des intégrales rationnelles. C'est là un problème *pratique* qui n'a été abordé que dans des cas très restreints.

» L'étude des transcendantes de chacun de ces types, au point de vue de la théorie des fonctions, et celle de leur forme analytique au voisinage des domaines *singuliers*, se ramènent à celle d'un sous-groupe *discontinu* du *groupe fondamental* correspondant. Ces groupes discontinus sont, par exemple, dans le cas où le groupe fondamental est linéaire et homogène ceux qui ont été étudiés par M. Poincaré [1]. Le groupe fondamental est toujours le *plus petit* groupe continu qui renferme le groupe discontinu qu'on vient de signaler.

» II. L'intégration des *systèmes complets d'équations linéaires* amène à la considération des mêmes groupes, *étendus* — erweitert — en considérant les n solutions comme fonctions de $n+q$ variables non transformées, si le système est formé de q équations. Ajoutons que les invariants différentiels à considérer ne renfermeront, dans tous les cas, que des dérivées prises par rapport à n de ces variables; ce sont donc les mêmes quel que soit le nombre q, les résolvantes seules sont différentes.

» III. L'intégration de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$X(x, x_1, \ldots, x_n, p, p_1, \ldots, p_n) = \text{const.},$$

où X désigne, pour plus de netteté, un polynome, homogène par rapport aux p, se ramène, d'après Cauchy, à celle de l'équation linéaire

$$(X, f) = 0.$$

» Nos théories montrent que le groupe fondamental est, pour cette équation, un *groupe de transformations de contact en* (x, p) *à n variables*,

---

[1] *Sur les groupes des équations linéaires* (*Acta Mathematica*, t. IV).

ainsi qu'il résulte de l'identité

$$P\,dX + P_1\,dX_1 + \ldots + P_n\,dX_n = p_1\,dx_1 + \ldots + p_n\,dx_n,$$

vérifiée par un système déterminé de solutions $X_1, \ldots, X_n$; $P_1, \ldots, P_n$.

» On parvient également à des groupes de transformations de contact en (x, p), étendus convenablement, quand on étudie l'intégration des *systèmes en involution*

$$X = a, \qquad X_1 = a_1, \qquad \ldots, \qquad X_q = a_q,$$

c'est-à-dire celle du système complet $(X_i, f) = 0$ $(i = 0, 1, \ldots, q)$.

» Ces résultats peuvent être obtenus directement en cherchant à déterminer les *intégrales complètes* des équations considérées; si on les applique alors à une équation linéaire

$$p + A_1 p_1 + \ldots + A_n p_n = 0,$$

on reconnaît que le groupe fondamental est simplement un *groupe ponctuel prolongé*. Dans les autres cas, on doit étudier la détermination *simultanée* des X et des P, car les transformations du groupe fondamental ne dépendent point des X seuls.

» Il est bien évident que la méthode s'applique *directement*, avec une légère modification, aux équations qui ne sont plus homogènes et de degré zéro par rapport aux dérivées p ou qui renferment la fonction z.

» IV. Les problèmes qu'on vient de signaler sont des cas particuliers du suivant, qui peut se traiter de la même manière :

» Soient $\varphi_1, \ldots, \varphi_n$ des fonctions des x et p, telles que l'on ait :

$$(\varphi_i, \varphi_k) = w_{ik}(\varphi_1, \ldots, \varphi_n),$$

les w_{ik} satisfaisant aux conditions d'intégrabilité; on donne en fonction des variables x et p les expressions de $\varphi_1, \ldots, \varphi_q$, on propose de déterminer $\varphi_{q+1}, \ldots, \varphi_n$.

» V. Les transcendantes qui permettent d'intégrer les équations aux dérivées partielles du premier ordre (et aussi les équations différentielles ordinaires) peuvent donc être définies *a priori* en partant des différents types de groupes *ponctuels* ou *de contact* étudiés par M. Lie, les *étendant* de toutes les manières possibles, formant des systèmes complets d'invariants différentiels *rationnels* et les égalant à des fonctions rationnelles des variables choisies de manière à vérifier les conditions d'intégrabilité.

» Terminons en observant que ce que nous appelons *intégration logique* est probablement ce que Galois entendait, dans sa lettre à A. Chevallier, par *Théorie de l'ambiguïté en Analyse*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des équations des groupes continus finis*. Note de M. E. VESSIOT, présentée par M. Picard.

« 1. Dans un travail récent (*Annales de la Faculté de Toulouse*, 1894), nous nous sommes occupé de l'intégration des *équations de Lie*, c'est-à-dire des équations de la forme

$$(1) \qquad \frac{df}{dt} + \sum_{k=1}^{r} \theta_k(t) X_k f = 0,$$

où les expressions

$$(2) \qquad X_k f = \sum_{i=1}^{n} \xi_{k,i}(x_1 x_2 \ldots x_n) \frac{df}{dx_i} \quad (k = 1, 2, \ldots, r)$$

sont les symboles de r transformations infinitésimales indépendantes d'un groupe continu fini G, à r paramètres. Nous nous étions limité alors au cas particulier où l'on connaît les équations finies du groupe G, c'est-à-dire que nous supposions résolu le problème préliminaire suivant : *Déterminer les équations finies d'un groupe continu fini, dont on connaît les transformations infinitésimales.* Il est bien remarquable que ce dernier problème se ramène précisément lui-même à l'intégration d'une équation de Lie, pour laquelle on connaît les équations finies du groupe correspondant (c'est-à-dire au problème traité dans notre Mémoire), du moins toutes les fois que le groupe considéré est transitif. Au point de vue des équations de Lie, ce cas peut être considéré comme le plus intéressant, car, si le groupe G qui correspond à l'équation (1) n'est pas transitif, celle-ci admet un certain nombre d'intégrales absolument indépendantes de la nature des fonctions $\theta_k(t)$, à savoir les intégrales du système

$$(3) \qquad X_k f = 0,$$

c'est-à-dire les invariants du groupe.

» Parmi les conséquences de cette proposition, nous nous bornerons pour le moment à signaler celle-ci, que l'intégration de toute équation de Lie, dont le groupe correspondant est transitif, dépend uniquement de l'intégration d'*équations linéaires auxiliaires*. En particulier, c'est toujours d'équations différentielles linéaires que dépend la détermination des

équations finies d'un groupe transitif, dont on connaît les transformations infinitésimales.

» 2. Voici maintenant comment on établit le résultat annoncé. Remarquons d'abord que, d'après un théorème de M. Sophus Lie, dès qu'on connaît les transformations infinitésimales (2) d'un groupe G, on peut considérer comme connues les équations finies de deux groupes simplement transitifs, réciproques l'un de l'autre, et isomorphes au groupe G :

$$\left.\begin{aligned} &(4) \qquad A_k f = \sum_{h=1}^{r} \alpha_{hk}(a_1 \ldots a_r) \frac{\partial f}{\partial a_h} \\ &(5) \qquad B_k f = \sum_{h=1}^{r} \beta_{kh}(a_1 \ldots a_r) \frac{\partial f}{\partial a_h} \end{aligned}\right\} \quad (k = 1, 2, \ldots, r),$$

de sorte qu'ayant les relations

$$(X_i X_k) = \sum_s c_{iks} X_s,$$

on a aussi

$$(A_i A_k) = \sum_s c_{iks} A_s, \qquad (B_i B_k) = \sum_s c_{iks} B_s,$$
$$(A_i B_k) = 0.$$

» La recherche des équations finies de G revient alors à l'intégration du système complet

$$(6) \qquad (X_k f + A_k f) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, r),$$

connaissant le groupe (5), qui le laisse invariant.

» Si le groupe G est simplement transitif, on peut tirer des équations (6) $\frac{\partial f}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial f}{\partial x_n}$, et en posant

$$x_1 = \rho_1 u, \qquad x_2 = \rho_2 u, \qquad \ldots, \qquad x_n = \rho_n u,$$

on est conduit immédiatement à intégrer une équation de la forme

$$\frac{\partial f}{\partial u} + \sum_{k=1}^{r} \upsilon_k(u) A_k f = 0;$$

et, comme on connaît les équations finies du groupe (4), la proposition énoncée se trouve démontrée.

» Si le groupe G est transitif, sans être simplement transitif, l'applica-

tion de la méthode de M. Lie pour l'intégration des systèmes complets qui admettent des transformations infinitésimales connues fournit d'abord, sans intégrations, un certain nombre d'intégrales du système (6). Même dans le cas où le groupe G est asystatique, le problème se trouve par là entièrement résolu; ce qui redonne une proposition connue de M. Lie. Mais, en général, on est seulement ramené à intégrer un système complet

$$(7) \qquad L_j f = \sum_{i=1}^{n+\nu} \lambda_{ji}(y_1 y_2 \ldots y_{n+\nu}) \frac{\partial f}{\partial y_i} = 0 \quad (j = 1, 2, \ldots, n; \nu < n),$$

connaissant un groupe de ν transformations infinitésimales,

$$(8) \qquad Y_k f = \sum_i \eta_{ki}(y_1 \ldots y_{n+\nu}) \frac{\partial f}{\partial y_i} \qquad (k = 1, 2, \ldots, \nu),$$

qui laissent ce système invariant; de plus les $n + \nu$ expressions L_j, Y_k sont linéairement indépendantes. Introduisant alors un groupe

$$(9) \qquad Z_k f = \sum_{l=1}^{m} \zeta_{kl}(z_1 \ldots z_m) \frac{\partial f}{\partial z_l} \qquad (k = 1, 2, \ldots, \nu)$$

isomorphe au groupe (8), et dont on peut supposer connues les équations finies, on peut démontrer que tout revient à intégrer le système complet

$$L_1 f = 0, \quad \ldots, \quad L_n f = 0, \quad Y_1 f + Z_1 f = 0, \quad \ldots, \quad Y_\nu f + Z_\nu f = 0,$$

ce qui conduit de nouveau, en posant

$$y_1 = \rho_1 u, \qquad \ldots, \qquad y_{n+\nu} = \rho_{n+\nu} u,$$

à une équation de Lie

$$\frac{\partial f}{\partial u} + \sum_{k=1}^{\nu} \upsilon_k(u) Z_k f = 0;$$

et, comme on connaît les équations finies du groupe (8), le théorème est démontré.

» Enfin, si le groupe G est intransitif, on aura à déterminer d'abord ses invariants, c'est-à-dire à intégrer le système (3); en prenant ces invariants comme variables nouvelles, à la place d'un certain nombre des x, on pourra les traiter comme des constantes, et l'on sera dès lors ramené au cas précédent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la loi de transmission de l'énergie entre la source et le conducteur, dans le cas d'un courant permanent.* Note de M. VASCHY.

« Lorsqu'on maintient dans un circuit conducteur un champ électrique stable (ou courant permanent), il s'y dégage, en vertu de la loi de Joule, dans chaque élément de volume $d\varpi$, une quantité de chaleur égale à $\frac{h^2}{\rho}d\varpi$ par unité de temps, h désignant l'intensité du champ électrique dans cet élément de volume et ρ sa résistance spécifique. L'énergie électrique qui se dissipe ainsi en chaleur étant sans cesse renouvelée par un envoi d'énergie d'une source extérieure (voir t. CXVIII, p. 1324), la quantité de chaleur $\int_U \frac{h^2}{\rho} d\varpi$ dégagée dans un volume U quelconque est précisément égale à la quantité d'énergie réparatrice W_1 qui est transmise de l'extérieur à l'intérieur de U pendant le même temps. Proposons-nous de chercher *quel est le flux d'énergie qui entre dans ce volume* U *par chaque élément* dS *de sa surface* S.

» Ce flux aura pour expression $(l\varpi_x + m\varpi_y + n\varpi_z)\,dS$, l, m, n désignant les cosinus directeurs de la normale à l'élément dS (dirigée vers l'intérieur de U), et ϖ_x, ϖ_y, ϖ_z les composantes d'un vecteur $\overline{\varpi}$ représentant la direction et la grandeur du flux d'énergie au point (x, y, z). En écrivant que le flux total d'énergie entrant par la surface S pendant l'unité de temps est égal à W_1, on aura

$$\int_S (l\varpi_x + m\varpi_y + n\varpi_z)\,dS = W_1 = \int_U \frac{h^2}{\rho}\,d\varpi,$$

ou, par une transformation bien connue d'intégrale,

$$-\int_U \left(\frac{\partial \varpi_x}{\partial x} + \frac{\partial \varpi_y}{\partial y} + \frac{\partial \varpi_z}{\partial z}\right) d\varpi = \int_U \frac{h^2}{\rho}\,d\varpi.$$

» Le vecteur cherché ϖ doit donc satisfaire d'abord à la condition

$$(1) \qquad \frac{\partial \varpi_x}{\partial x} + \frac{\partial \varpi_y}{\partial y} + \frac{\partial \varpi_z}{\partial z} = -\frac{h^2}{\rho} = -\frac{X^2 + Y^2 + Z^2}{\rho}.$$

» En second lieu, ce vecteur ϖ doit être normal à la direction de l'intensité $h(X, Y, Z)$ du champ au point (x, y, z),

$$(2) \qquad X\varpi_x + Y\varpi_y + Z\varpi_z = 0;$$

c'est-à-dire que le flux d'énergie glisse le long des surfaces équipotentielles; car (entre autres raisons) ce flux ne pénètre jamais à l'intérieur d'un corps dont la surface est équipotentielle, tel qu'un conducteur *isolé* situé dans le champ, tandis qu'il pénètre dans le circuit conducteur du courant, dont la surface n'a pas un potentiel constant.

» Enfin le flux d'énergie w au point (x, y, z) ne doit évidemment dépendre que de l'état du champ en ce point. Mais cet état ne peut être simplement un état *électrostatique* défini par la donnée du vecteur h, puisqu'il y a une transmission d'énergie qui s'effectue entre la source (pile, etc.) et le lieu de consommation (conducteur) à travers les corps interposés. Nous devons le définir à la fois par l'intensité h du *champ électrique* et par une donnée nouvelle, qui caractérise en quelque sorte le *champ du courant*, en tout point de l'espace, c'est-à-dire qui fasse connaître *dans toute l'étendue du champ* la réaction due à l'appel incessant d'énergie réparatrice que provoque la dissipation calorifique de l'énergie électrique dans le circuit conducteur. Or la densité $\frac{h}{\rho}$ d'un courant permanent satisfaisant à la relation

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{X}{\rho}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Y}{\rho}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{Z}{\rho}\right) = 0,$$

nous pouvons caractériser le champ du courant par un nouveau vecteur $h'(X', Y', Z')$, tel que

$$(3)\quad \frac{\partial Y'}{\partial z} - \frac{\partial Z'}{\partial y} = 4\pi\frac{X}{\rho}, \qquad \frac{\partial Z'}{\partial x} - \frac{\partial X'}{\partial z} = 4\pi\frac{Y}{\rho}, \qquad \frac{\partial X'}{\partial y} - \frac{\partial Y'}{\partial x} = 4\pi\frac{Z}{\rho}.$$

» Ces trois relations déterminent en effet la distribution du courant quand les fonctions X', Y', Z' sont données. Par contre, elles ne déterminent pas entièrement les fonctions X', Y', Z' quand la distribution du courant est connue; cela tient à ce qu'elles se réduisent à deux, puisqu'on obtient une identité en les ajoutant après les avoir différentiées respectivement par rapport à x, y, z. La définition de X', Y', Z' serait complétée par une relation telle que

$$(4)\qquad \frac{\partial X'}{\partial x} + \frac{\partial Y'}{\partial y} + \frac{\partial Z'}{\partial z} = 4\pi\varepsilon,$$

où ε serait une fonction donnée, par exemple : $\varepsilon = 0$; mais la connaissance de ε nous sera inutile pour la question à résoudre.

» Ceci posé, l'équation (2) admet comme solution générale

$$(5)\quad 4\pi w_x = Y_1 Z - Z_1 Y, \qquad 4\pi w_y = Z_1 X - X_1 Z, \qquad 4\pi w_z = X_1 Y - Y_1 X,$$

X_1, Y_1, Z_1 désignant trois fonctions quelconques de x, y, z. Portons ces expressions dans l'équation (1) en tenant compte de ce que le vecteur $h(X, Y, Z)$ dérive d'un potentiel. On trouve

$$X\left(\frac{\partial Y_1}{\partial z} - \frac{\partial Z_1}{\partial y} - 4\pi\frac{X}{\rho}\right) + Y\left(\frac{\partial Z_1}{\partial x} - \frac{\partial X_1}{\partial z} - 4\pi\frac{Y}{\rho}\right) + Z\left(\frac{\partial X_1}{\partial y} - \frac{\partial Y_1}{\partial x} - 4\pi\frac{Z}{\rho}\right) = 0.$$

Si l'on veut que w_x, w_y, w_z et, par suite, X_1, Y_1, Z_1 ne dépendent que des vecteurs $h(X, Y, Z)$ et $h'(X', Y', Z')$ qui définissent l'état du champ au point (x, y, z) et en outre que l'identité précédente soit indépendante de l'orientation de ces vecteurs h et h', on est conduit à annuler séparément les trois coefficients de X, Y, Z et, par conséquent, à identifier $X_1 Y_1 Z_1$ avec $X'Y'Z'$. On aura ainsi

$$(6)\qquad 4\pi w_x = Y'Z - Z'Y, \qquad 4\pi w_y = Z'X - X'Z, \qquad 4\pi w_z = X'Y - Y'X.$$

» Ces formules expriment que *le flux d'énergie w est perpendiculaire aux vecteurs h et h', et égal au quotient par 4π de l'aire du parallélogramme construit sur ces vecteurs comme côtés*. Elles ne sont autres que celles que M. Poynting a déduites de la théorie de l'Électromagnétisme de Maxwell, le vecteur h' représentant l'intensité du champ *magnétique* du courant. Notre but, en procédant autrement que M. Poynting, a été de mettre en évidence l'*origine purement électrique de ce champ.*

» Les relations (3) étant indépendantes de la nature des corps situés dans le champ, on voit pourquoi le coefficient de la formule fondamentale de Laplace en Électromagnétisme [d'où l'on peut déduire ces relations (3)] est indépendant de la nature du circuit conducteur (cuivre, fer, liquide, etc.) et des corps environnants (air, bois, eau, etc.). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la production des rayons cathodiques.* Note de M. **Joseph de Kowalski**, présentée par M. Lippmann.

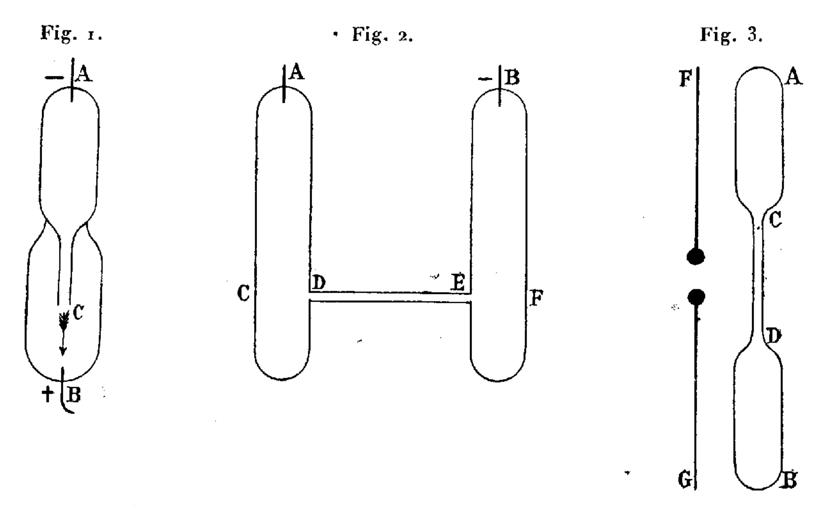
« Après les importants travaux de Lenard, l'étude des rayons cathodiques présente beaucoup d'intérêt à différents point de vue. Les propriétés et surtout la manière et les conditions dans lesquelles ces rayons se produisent sont très peu connues.

» J'espère pouvoir contribuer un peu dans cette Note à l'augmentation de nos connaissances sur ce point.

» On admet généralement que les rayons cathodiques se produisent à la cathode et se propagent en ligne droite depuis celle-ci. D'autre part, M. Goldstein a remarqué (*Wied. Ann.*, V, 51, p. 622) que les rayons se produisant à la cathode, pendant la décharge à travers un gaz raréfié, se composent de trois rayonnements distincts et que les rayons dits cathodiques naissent dans l'espace obscur de Crookes. D'après ce savant, c'est la seule espèce de rayonnement qui se propage en ligne droite depuis la cathode. Nous devons à M. Goldstein l'expérience suivante :

» Il prend un tube, représenté sur la *fig.* 1, qui se compose d'une large partie A, finissant par un rétrécissement C entouré d'un large tube B. En joignant le côté A au pôle négatif, le côté B au pôle positif d'une machine électrique, nous remarquons dans le rétrécissement C une lueur très intense et depuis l'ouverture du tube C, nous voyons partir dans la direction indiquée par la flèche des rayons cathodiques. De cette expérience, il n'y a qu'un seul pas à celle que je me permets de présenter.

» L'appareil que j'emploie pour mon expérience est représenté par la *fig.* 2.



» Il se compose de deux tubes larges AC et BF joints par un tube capillaire DE.

» L'appareil est rempli d'un gaz, raréfié à ce point que les rayons cathodiques puissent se manifester nettement. Nous joignons l'électrode A au pôle positif, l'électrode B au pôle négatif d'une machine électrique.

» En déchargeant dans ces conditions la machine électrique à travers

l'appareil, on voit se produire le phénomène suivant : l'appareil se remplit d'une lueur, qui se propage depuis l'anode A jusqu'à la cathode B. L'intensité de cette lueur atteint son maximum aux environs des électrodes A et B et à l'intérieur du tube capillaire DE. On remarque que les intensités de cette lueur semblent être distribuées suivant le nombre des lignes du courant.

» Supposant que cette lueur a sa cause immédiate dans le courant électrique, je la nomme *lueur primaire*. Cette lueur n'est pas le seul phénomène lumineux que nous observons. Depuis la cathode B, nous voyons se propager comme d'habitude des rayons cathodiques. Mais en même temps, nous remarquons un rayonnement partant de l'ouverture du tube capillaire D dans la direction DC.

» Ces nouveaux rayons ont tout à fait le caractère des rayons cathodiques : ils se déplacent sous l'action du champ magnétique et produisent une vive fluorescence dans le prolongement de l'axe du tube capillaire ED vers le point C.

» Changeant maintenant la direction de la décharge en joignant l'électrode B au pôle positif et l'électrode A au pôle négatif, on verra se produire les rayons en question à l'ouverture de E. Ils produiront une vive fluorescence dans le voisinage du point F de l'appareil.

» L'expérience décrite m'a amené à me demander s'il ne serait pas possible de produire des rayons cathodiques dans les tubes sans électrodes métalliques, ou, ce qui revient au même, sans cathode proprement dite. Les courants de Tesla nous en donnent le moyen. Le tube que j'employais pour cette expérience avait la forme représentée sur la *fig*. 3. C'est un tube de Geissler rempli d'un gaz raréfié qui n'est pas muni d'électrodes.

» Nous plaçons ce tube AB parallèlement à un excitateur FG. Au moment où les courants de Tesla passent par cet excitateur le tube AB s'illumine. Nous remarquons alors facilement une lueur, qui est très intense dans la partie rétrécie du tube. Cette lueur correspond à la lueur nommée primaire. En observant le tube de plus près, nous voyons partir depuis les points C et D de faibles rayons cathodiques, qui produisent une fluorescence aux points A et B du tube. Si nous faisons agir un champ magnétique sur ces rayons, nous remarquons comme l'on pouvait s'y attendre, que l'action du champ sera opposée dans la partie AC à l'action du même champ dans la partie DB.

» Si le champ attire les rayons dans la partie AC, il les repousse dans la partie DB et réciproquement.

» Ces expériences démontrent, je crois, que les rayons dits cathodiques jouissent des propriétés suivantes :

» 1° *Leur production n'est pas liée à la décharge des électrodes métalliques à travers le gaz raréfié;*

» 2° *Ils se produisent partout où la lueur nommée primaire atteint une intensité assez considérable, autrement dit, partout où la densité des lignes du courant est assez considérable;*

» 3° *La direction de leur propagation est celle des lignes du courant dans la partie où les rayons se produisent, dans le sens du pôle négatif au pôle positif.* »

OPTIQUE. — *Sur l'entraînement des ondes lumineuses par la matière en mouvement.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« M. Potier ([1]) a donné une démonstration de la formule de Frèsnel relative à l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérable, en considérant un mouvement vibratoire pendulaire, et en supposant que l'amplitude et la longueur d'onde demeurent invariables. J'ai donné ([2]) de cette même formule une démonstration qui s'applique à un ébranlement quelconque constituant une onde plane propagée suivant la direction du mouvement d'entraînement. Je me propose d'étendre cette démonstration au cas où la direction de propagation ne coïncide pas avec celle du mouvement d'entraînement.

» Considérons l'ébranlement qui a pour origine au temps zéro un point O de l'éther libre de densité ρ qui, d'après l'hypothèse de Fresnel, ne partage pas le mouvement d'entraînement. Soit O′ la position qu'occupe au temps t le point de l'éther condensé qui coïncidait avec O à l'origine des temps. Cet éther de densité ρ' étant supposé entraîné avec la matière, la distance OO′ dirigée suivant la vitesse v de la translation est égale à vt. Soit A un point situé à de grandes distances r et r' des points O et O′, dans une direction faisant un angle α avec celle du mouvement de translation. Considérons ce point comme le centre de gravité d'un petit volume d'éther égal à l'unité. L'éther condensé devant être regardé comme un fardeau inerte, sans élasticité, ajouté à l'éther libre, l'équation

([1]) A. Potier, *Journal de Physique*, 1re série, t. V, p. 105.

([2]) G. Foussereau, *Journal de Physique*, 3e série, t. I, p. 144.

du mouvement du point A est

$$\rho \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} + \rho' \frac{\partial^2 s_1}{\partial t^2} = E \frac{\partial^2 s}{\partial r^2}. \tag{1}$$

E est l'élasticité de l'éther libre, s son déplacement qui est une fonction de t et de r, et s_1 le déplacement de l'éther condensé qui est une fonction de t et de r'.

» Nous regarderons comme négligeable, par rapport à l'unité, le carré du rapport $\frac{v}{V}$ de la vitesse d'entraînement à la vitesse de propagation des ondes dans l'éther libre, cette quantité étant complètement inaccessible à l'expérience dans l'étude de l'aberration. La variable r' peut être regardée comme une fonction de r et de t, déterminée dans ces conditions par la relation

$$r = r' + vt\cos\alpha. \tag{2}$$

En la supposant satisfaite, le déplacement s_1 est égal à s, et l'on a, en ramenant aux variables r et t le second terme de l'équation (1),

$$\frac{\partial^2 s_1}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} + 2v \frac{\partial^2 s}{\partial t \partial r} + v^2 \frac{\partial^2 s}{\partial r^2}. \tag{3}$$

L'équation (1) prend ainsi la forme

$$(\rho + \rho')\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} + 2v\rho' \frac{\partial^2 s}{\partial t \partial r} - (E - v^2\rho')\frac{\partial^2 s}{\partial r^2} = 0. \tag{4}$$

Cette équation peut être satisfaite par des intégrales de la forme

$$s = F\left(t - \frac{r}{V}\right), \tag{5}$$

pourvu que la vitesse de propagation V vérifie la relation

$$\rho V^2 + \rho'(V - v\cos\alpha)^2 = E = (\rho + \rho')V_0^2, \tag{6}$$

où V_0 est la vitesse de propagation dans le cas du repos. Cette équation est celle de Fresnel.

» En posant $V = V_0 + K$, cette équation se ramène à la forme

$$K = v\cos\alpha \frac{\rho'}{\rho + \rho'} = v\cos\alpha\left(1 - \frac{1}{n^2}\right), \tag{7}$$

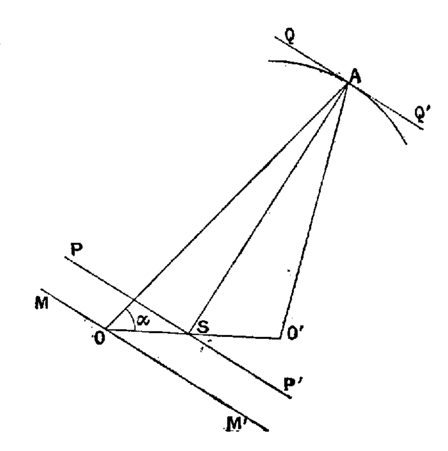
n étant l'indice absolu du milieu pour la lumière considérée.

» Considérons un point S situé sur la droite OO′, dans le sens du mouvement de translation, à une distance $a = v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)t$ du point O. On a, en posant AS $= l$,

$$l = r - a\cos\alpha = \left[V - v\cos\alpha\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\right]t = V_0 t.$$

» La surface de l'onde émanée du point O est donc une sphère ayant pour centre le point mobile S et pour rayon le chemin $V_0 t$ parcouru dans le cas du repos. L'ébranlement primitif se propage donc comme s'il avait pour origine un point S d'un milieu fictif animé par rapport à l'éther libre d'un mouvement de translation uniforme de vitesse $v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$.

» Soit une onde plane initiale MM′ dont la normale fait un angle α avec la direction d'entraînement. Au temps t, le lieu des points S correspondant aux points O de cette onde plane est un plan PP′ parallèle à MM′.



L'enveloppe des ondes sphériques de rayon $V_0 t$ est elle-même un plan QQ′ parallèle à MM′, et représente l'onde plane au temps t. La direction des rayons lumineux dans l'éther libre s'obtient en joignant le point O au point de contact A de l'onde QQ′ avec la sphère correspondante. Cette direction n'est pas normale au plan de l'onde. La vitesse V s'obtient en composant géométriquement la vitesse V_0 avec la vitesse $v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ du milieu fictif.

» La direction relative des rayons lumineux par rapport à la matière en mouvement est O′A. C'est cette direction que nous percevons quand nous

observons les phénomènes d'aberration, puisque l'observateur partage le mouvement de translation du globe terrestre.

» Dans le triangle O'AS, on a respectivement

$$\begin{aligned} SA &= V_0 t, \\ O'S &= -\left[v - v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)\right] t = -\frac{v}{n^2} t, \\ O'A &= V' t. \end{aligned}$$

» La vitesse relative s'obtient donc en composant la vitesse V_0 avec la vitesse $-\frac{v}{n^2}$ dirigée en sens contraire du mouvement d'entraînement.

» On déduit aisément de là toutes les conséquences relatives à la réflexion et à la réfraction. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Principe d'Huygens dans les corps isotropes.* Note de M. E. **Carvallo**, présentée par M. Poincaré.

« 1. Plusieurs démonstrations intéressantes ont été données du principe d'Huygens (1); mais elles renferment des hypothèses qu'il importe de lever pour le rendre applicable dans toute sa généralité au type d'équations auquel conduit l'étude de la dispersion et de la double réfraction (2). C'est ce problème que je résoudrai aujourd'hui, en faisant usage de l'intégrale obtenue dans ma dernière Note (3).

» 2. Je considère, comme dans cette Note, un corps transparent dans lequel on néglige le mouvement des particules pondérables. La première des équations de la lumière est alors, en désignant par ∇^2 l'opérateur différentiel $\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$,

$$\left(\frac{d^2}{dt^2} + k^2 - a^2\nabla^2\right) u = F. \tag{1}$$

» Je ferai usage de l'intégrale de cette équation trouvée dans ma der-

(1) Kirschoff, Potier, Poincaré.
(2) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 431 et 521; 1891.
(3) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1003; 1894.

nière Note, savoir

(2) $$u(x, t) = \int \frac{f(\xi, t, r)}{r} d\tau \quad (^1),$$

où la fonction f se déduit de F ainsi :

» C'est l'intégrale de l'équation

(3) $$0 = \left(\frac{d^2}{dt^2} + k^2 - a^2\nabla^2\right)\frac{f(t, r)}{r} = \left(\frac{d^2}{dt^2} + k^2 - a^2\frac{d^2}{dr^2}\right)f(t, r),$$

qui satisfait aux conditions

(4) $$f(t, 0) = \frac{F(t)}{4\pi a^2}, \qquad f(t, at) = \frac{F(+0)}{4\pi a^2}.$$

» L'intégrale (2) doit être étendue aux points ξ intérieurs à la sphère de rayon $R = at$ qui a son centre au point x. Mais rien n'empêche de l'étendre à tout l'espace, en convenant que la fonction $\frac{f(t, r)}{r}$, définie seulement pour $r \leqq at$ est nulle pour $r > at$.

» 3. Problème. — *Du point x, on isole par une surface σ une partie des points ξ lieux des sources lumineuses* $F(\xi, t)$. *Remplacer la portion* I *de l'intégrale* (2) *qui provient de ces sources par une intégrale prise le long de la surface σ.*

» Pour effectuer cette transformation de la partie considérée I de l'intégrale (2), savoir

(5) $$I = \int_\sigma \frac{f(\xi, t, r)}{r} d\tau,$$

j'y remplacerai la fonction $\frac{f(\xi, t, r)}{r}$ par la valeur qu'on peut déduire des formules (1), (3), (4). Les formules (4) et (1) donnent, en effet,

$$f(\xi, t, 0) = \frac{1}{4\pi a^2} F(\xi, t) = \frac{1}{4\pi a^2}\left(\frac{a}{dt^2} + k^2 - a^2\nabla^2\right)u(\xi, t).$$

» Si maintenant je désigne par $u(\xi, t, r)$ la fonction qui est déduite de $u(\xi, t)$ comme $4\pi a^2 f(\xi, t, r)$ est déduite de $F(\xi, t)$, il vient

$$4\pi a^2 \frac{f(\xi, t, r)}{r} = \left(\frac{d^2}{dt^2} + k^2 - a^2\nabla_\xi^2\right)\frac{u(\xi, t, r)}{r},$$

(1) Pour abréger, les points (x, y, z), (ξ, η, ζ) sont désignés seulement par leurs premières coordonnées x et ξ.

» Dans cette formule, l'indice ξ qui affecte l'opérateur différentiel ∇^2 indique que les dérivations de cet opérateur portent sur ξ seul et non sur τ. D'ailleurs, d'après la formule (3), on peut remplacer $\left(\frac{d^2}{dt^2}+k^2\right)\frac{u(t,r)}{r}$ par $a^2\nabla^2\frac{u(t,r)}{r}$. On aura donc, en affectant l'opérateur ∇^2 de l'indice r quand les dérivations portent sur r seul et, employant des notations et des théorèmes connus (¹),

$$\begin{aligned} 4\pi\frac{f(\zeta,t,r)}{r} &= (\nabla_r^2-\nabla_\xi^2)\frac{u(\xi,t,r)}{r}\\ &= (\nabla_r+\nabla_\xi)\,|\,(\nabla_r-\nabla_\xi)\frac{u(\xi,t,r)}{r}\\ &= \nabla\,|\,(\nabla_r-\nabla_\xi)\frac{u(\xi,t;r)}{r}. \end{aligned}$$

» Si l'on applique cette transformation à l'intégrale (5), il vient

$$(5)\qquad \mathrm{I}=\int_\sigma\frac{f(\xi,t,r)}{r}\,d\tau=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma\nabla\,|\,(\nabla_r-\nabla_\xi)\frac{u(\xi,t,r)}{r}\,d\tau.$$

» Pour remplacer cette intégrale de volume par une intégrale suivant la surface σ qui le limite, il suffit (²) de remplacer, dans l'élément de l'intégrale, le vecteur symbolique ∇ par le vecteur n égal à l'unité, normal à la surface σ et dirigé vers l'extérieur du volume auquel est étendue l'intégrale (5). Il vient ainsi, en désignant par $d\sigma$ l'élément de la surface σ,

$$(6)\qquad \mathrm{I}=\frac{1}{4\pi}\int_\sigma n\,|\,(\nabla_r-\nabla_\xi)\frac{u(\xi,t,r)}{r}\,d\sigma.$$

» Le problème est ainsi résolu : L'effet des sources intérieures à σ sur le point extérieur x, représenté par l'intégrale de volume (5) peut être remplacé par l'intégrale de surface (6). C'est la généralisation du principe d'Huygens.

(¹) ∇ représente le vecteur symbolique $\left(\frac{d}{dx},\frac{d}{dy},\frac{d}{dz}\right)$; ∇_r et ∇_ξ représentent ce vecteur lorsque les dérivations portent sur r seul ou sur ξ seul. Enfin, la notation A|B désigne, selon la notation de Grassmann, ce que M. Resal appelle le produit géométrique des deux vecteurs $A(\alpha,\alpha_1,\alpha_2)$ et $B(\beta,\beta_1,\beta_1)$, savoir :

$$AB=\alpha\beta+\alpha_1\beta_1+\alpha_2\beta_2.$$

(²) *Bulletin de la Société mathématique.*

» 4. Pour revenir à une notation plus répandue, je désigne par $\frac{d}{dn}$ la dérivée dans la direction normale à la surface σ, et j'affecte cet opérateur différentiel de l'indice r ou ξ suivant que les dérivations portent sur r seul ou sur ξ seul. Il vient ainsi

$$(6') \qquad \mathrm{I} = \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \left[\left(\frac{d}{dn}\right)_r - \left(\frac{d}{dn}\right)_\xi\right] \frac{u(\xi, t, r)}{r} d\sigma.$$

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire à la démonstration que la surface σ soit fermée. Elle peut avoir des branches infinies, de façon à isoler le point x du champ alors infini de l'intégrale (5).

» Notre résultat représenté par la formule (6') contient ceux de MM. Potier et Poincaré. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés du sulfure d'argent.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure d'argent précipité, mis en contact à froid et à l'abri de la lumière avec une solution saturée de monosulfure de potassium, se transforme au bout de peu de temps; il perd sa couleur noire et devient rouge, en même temps qu'il se change en petits cristaux accolés les uns aux autres, transparents quand ils sont minces, et laissant alors passer une lumière rouge grenat; cette matière se dissout fort peu dans la liqueur au milieu de laquelle elle a pris naissance; séchée à l'abri de l'acide carbonique sur une plaque de porcelaine, de manière à la bien débarrasser d'eau-mère, elle présente une composition qui peut être représentée par la formule $4Ag^2S, K^2S, 2H^2O$.

» Les cristaux ne sont transparents que sous une faible épaisseur; ce sont des paillettes brillantes qui, au microscope, se résolvent en groupes d'aiguilles terminées par des pointements et associées entre elles de manière à se couper très fréquemment à angle droit.

» Le même composé peut se produire à chaud; quand on fait bouillir avec du sulfure d'argent une dissolution quelconque de sulfure de potassium, l'eau s'évapore peu à peu, et bientôt la teneur du liquide en sulfure alcalin est suffisante pour permettre la transformation du sulfure métallique en substance cristallisée rouge, ayant la composition indiquée ci-dessus. Mais la solution alcaline est alors assez concentrée pour qu'il se

dépose, pendant le refroidissement, des cristaux de sulfure de potassium, difficiles à séparer du sulfure double; aussi est-il préférable de préparer celui-ci dans une dissolution saturée simplement à froid.

» Le sulfure double est altéré par la lumière qui le colore en gris foncé; il est décomposé par l'eau, et cela d'autant mieux que la température est plus élevée; si, par exemple, on ajoute un peu d'eau à une liqueur bouillante dans laquelle les cristaux rouges viennent de se former, ceux-ci sont immédiatement détruits et l'on voit apparaître, à leur place, du sulfure d'argent noir, dont le volume est sensiblement moindre. Il en est de même avec l'eau froide; elle enlève une certaine quantité de sulfure alcalin au sel double, mais un équilibre ne tarde pas à s'établir entre l'eau, le sulfure double et les sulfures simples qui proviennent de sa décomposition, et celle-ci cesse d'avoir lieu dès que l'eau, à la température de 5°, renferme, par litre, 300^{gr} environ de monosulfure de potassium.

» Cette décomposition du sulfure double par l'eau permet de faire cristalliser le sulfure d'argent par voie humide. Considérons en effet une liqueur dont la composition soit telle que, dans les conditions de l'expérience, elle n'agisse ni sur le sulfure d'argent, ni sur le sel double, si ce n'est pour en dissoudre une très faible quantité, et mettons-le en contact avec du sulfure d'argent. La température baissant un peu, il se formera quelques traces de sulfure double qui, si elle vient à se relever, se décomposeront en régénérant du sulfure d'argent, et celui-ci cristallise dans ces circonstances, ce qu'il ne fait pas lorsqu'on décompose brusquement le sulfure double par un excès d'eau. Si donc on introduit du sulfure d'argent précipité dans une solution convenablement concentrée de sulfure de potassium, il suffira que la température ne soit pas rigoureusement la même en tous les points du vase pour que, dans les régions les plus froides, il se produise du sulfure double qui, si la température s'élève, ou si l'on agite la masse, se décompose en donnant du sulfure d'argent cristallisé. Celui-ci demeurera alors inaltéré, car, par le fait de la cristallisation, sa densité a augmenté, et il a perdu une certaine dose d'énergie, si bien que sa combinaison avec le sulfure alcalin est moins exothermique que celle du sulfure précipité amorphe; c'est donc celui-ci qui sera attaqué de préférence par le sulfure de potassium pour faire le sel double dont la destruction ultérieure donnera des cristaux de sulfure métallique, et peu à peu le sulfure amorphe cristallisera tout entier; il suffit de quelques jours pour obtenir ce résultat à la température de 20°, si l'on emploie une solution renfermant par litre 350^{gr} de sulfure alcalin.

» D'ailleurs, la cristallisation du sulfure d'argent a lieu plus rapidement à chaud qu'à froid, et en effet les différences de température entre les divers points d'un vase chauffé sans précautions particulières sont plus grandes que si ce vase est abandonné à la température ambiante. Les petits cristaux ainsi obtenus sont gris noir et doués de l'éclat métallique, comme ceux de sulfure d'argent naturel.

» Au contact d'une solution saturée à froid de sulfure de sodium, le sulfure d'argent ne change pas de couleur; la solubilité de ce sulfure alcalin, bien inférieure à celle du sulfure de potassium, ne laisse pas la liqueur froide atteindre la composition limite qui permettrait l'existence d'un sulfure double. Mais comme, à mesure que la température s'élève, la solubilité croît plus vite que la quantité de sulfure contenue dans la liqueur limite, il en résulte que si l'on évapore à chaud, en présence de sulfure d'argent, une solution saturée à froid de sulfure de sodium, celle-ci se concentre peu à peu, et il arrive un moment où la quantité de sulfure alcalin dissous est suffisante pour permettre à un sulfure double de se former; on voit alors le sulfure d'argent noir se changer, en quelques instants, en une matière d'un beau rouge, formée de petits cristaux transparents; la liqueur qui bout à 110° renferme alors, par litre, environ 800gr de sulfure de sodium anhydre.

» Pour isoler les cristaux, on peut filtrer rapidement à chaud, ou décanter la liqueur et faire tomber la matière cristallisée sur une plaque de porcelaine bien sèche et préalablement portée à une température convenable; quelques précautions sont ici nécessaires, car si la plaque n'est pas assez chaude, il se déposera du sulfure de sodium que la liqueur-mère laissera cristalliser en se refroidissant, et, si elle l'est trop, l'évaporation de cette même liqueur déposera encore du sulfure alcalin; on arrive cependant à séparer, avec assez de facilité, les cristaux rouges qui renferment $3Ag^2S, Na^2S, 2H^2O$.

» Ce sulfure double est, comme celui de potassium, immédiatement décomposé par l'eau froide qui le change en sulfure d'argent noir et floconneux; une dissolution saturée à froid de sulfure de sodium le colore aussi immédiatement en noir.

» Enfin, si l'on continue à concentrer à chaud la liqueur dans laquelle les cristaux précédents ont pris naissance, le sulfure d'argent se transforme en une poudre cristalline rouge vermillon; mais il est très difficile de les séparer de la liqueur-mère qui se prend en masse solide par le refroidissement, et leur composition n'a pu être déterminée avec certitude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du silicium amorphe*. Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« La méthode généralement suivie dans la préparation du silicium amorphe est celle de Berzélius : réduction par le potassium d'un fluorure double de silicium et de potassium connu sous le nom de *fluosilicate*. L'analyse, dont nous donnerons plus tard les résultats, nous a démontré que le silicium de Berzélius est loin d'être pur.

» M. Moissan [1], ayant obtenu le bore amorphe pur, par la réduction de l'acide borique en excès au moyen du magnésium, nous avons cherché à préparer de même le silicium amorphe en traitant la silice par le même métal. L'acide silicique étant plus difficilement fusible que l'acide borique, cette préparation, qui avait déjà été tentée par plusieurs expérimentateurs, nous a présenté quelques difficultés.

» Dès 1864, Phipson fait mention de l'action réductrice du magnésium sur la silice. En 1867, Farkinson signale la présence du siliciure et du silicate de magnésium dans les produits de réduction.

» M. Gattermann [2], en 1889, constate à nouveau avec quelle facilité le magnésium réduit la silice tant artificielle que naturelle. En les chauffant au bec Bunsen il obtient une masse qui, dans l'acide chlorhydrique, dégage un gaz spontanément inflammable, si le magnésium domine, et par les halogènes, donne les chlorure, bromure, iodure de silicium, lorsque c'est la silice qui est en excès dans la réduction.

» Enfin, en 1890, M. Winckler [3] cherche à préparer le siliciure de formule Mg^2Si. Il fait agir le magnésium d'abord sur le silicium, puis sur la silice. Il pulvérise deux atomes de métal avec une molécule de l'oxyde et, en chauffant seulement $0^{gr},20$ de ce mélange dans un tube de verre, il obtient une violente explosion, le tube est brisé et la matière projetée. S'il opère dans un courant d'hydrogène, le tube ne se casse que s'il prend 5^{gr} ou plus du mélange. Il s'est formé un produit hétérogène, marbré de bleu et de brun. En chauffant une molécule de silice avec un atome de silicium, il n'obtient pas le protoxyde de silicium. Il en conclut que ce dernier composé n'existe pas.

(1) H. Moissan, *Préparation du bore amorphe* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 392).
(2) Gattermann, *Berichte*, t. XXII, p. 186.
(3) Winckler, *Berichte*, t. XXIII, p. 2642.

» Nous avons recherché les conditions les plus favorables à la formation du silicium amorphe et, même en opérant sur de grandes quantités, nous avons pu conclure : 1° que pour éviter toute explosion, il suffit d'employer des matières absolument sèches; 2° que si le mélange est bien intime, le produit de la réaction est homogène. Il a été exécuté trois séries d'essais: (*a*). La proportion de magnésium est exactement nécessaire à la réduction de la silice avec formation de magnésie. Après traitement, on obtient une poudre de couleur chocolat dans laquelle se trouvent des siliciures et de nombreux grains brillants constitués par du silicium fondu par suite de la chaleur dégagée au moment de la réduction. Il faut donc modérer la réaction. (*b*). Nous avons employé un excès variable de silice. Il s'est formé moins de silicium fondu, peu ou pas de siliciure de magnésium; mais les traitements ont été très longs et les rendements toujours très faibles. (*c*). On a opéré en présence de magnésie. Si l'on dilue les deux corps réagissants dans cette matière inerte, la température s'élève beaucoup moins. En faisant varier les proportions de magnésie, on arrive finalement à éviter la formation du silicium fondu et celle du siliciure de magnésium. On peut donc appliquer ce résultat à la préparation du silicium amorphe.

» *Préparation du silicium amorphe.* — On prend les proportions de silice et de magnésium indiquées par la formule

$$SiO^2 + 2\,Mg = Si + 2MgO,$$

auxquelles on ajoute une quantité de magnésie égale au quart de leur poids.

» On a employé : silice, 180^{gr}; magnésium, 144^{gr}; magnésie, 81^{gr}. La silice choisie est du quartz pulvérisé que le commerce livre dans cet état; le magnésium est la poudre employée pour les appareils de photographie; enfin, la magnésie est le produit ordinaire que l'on a soin de calciner fortement avant l'expérience. Ces trois substances, mélangées de façon à former une poudre bien homogène, sont versées non tassées dans un creuset en terre de capacité double, recouvertes d'une couche de magnésie, puis desséchées aussi complètement que possible.

» Lorsqu'on veut opérer la réduction, on introduit le creuset encore chaud dans le four Perrot préalablement porté au rouge. Au bout de deux à trois minutes la réaction se déclare. Elle se manifeste par un bruissement de quelques instants et une incandescence vive de toute la masse; quelquefois, il y a distillation d'un peu de magnésium qui s'échappe entre le creuset et son couvercle. Une minute après, on éteint le four et on retire le creuset que l'on maintient fermé. On constate que la matière a augmenté de volume, ce qui légitime l'emploi de creusets de grande dimension. La réaction se produit à la température de 540° mesurée à la pince thermo-électrique. Cette indication peut être mise à profit lorsqu'il s'agit de sécher le produit : il suffit de porter le creuset tout chargé au four Perrot maintenu vers 300° ou 400°.

» On peut aussi remédier à l'inconvénient des grands creusets qui trouvent diffici-

lement place dans des fours moyens. Il suffit de les remplacer par de plus petits que l'on recouvre tout simplement d'un second creuset renversé et percé d'un petit trou à sa base, laquelle pourra émerger par l'orifice du couvercle du four. C'est ainsi que la plupart des charges ont été faites avec des creusets n° 14 munis d'un creuset n° 12 comme couvercle. Il n'est pas nécessaire, en effet, que le tout soit porté à la température de réduction. On peut la produire en plaçant le mélange sur une assiette et le recouvrant de poudre de magnésium. Il suffit alors d'approcher une allumette enflammée : le métal brûle, et la chaleur dégagée par la combustion de ce dernier amorce la réaction qui se continue d'elle-même.

» Après refroidissement, on trouve une masse parfaitement homogène de couleur marron clair, sans marbrures bleues on brunes (1), poreuse et friable que l'on détache très facilement. Les parois intérieures du creuset sont devenues gris bleu, ce qui montre que le magnésium a aussi exercé son action réductrice sur ces dernières. Si l'on veut obvier à cet inconvénient, on doit brasquer de magnésie l'intérieur des creusets ou bien rejeter les parties en contact avec les parois.

» On traite la poudre d'abord par l'acide chlorhydrique. Si le mélange était bien intime, il n'y a pas trace de siliciure d'hydrogène; donc pas de siliciure de magnésium formé dans la réaction. L'acide sulfurique bouillant enlève les dernières traces de magnésium libre ou combiné. Puis, par deux ou trois traitements alternés à l'acide fluorhydrique, au bain-marie et à l'acide sulfurique bouillant, on fait disparaître la silice et les siliciures. On termine par une ébullition à l'acide chlorhydrique, puis à l'eau.

» Après dessiccation, on obtient une matière pulvérulente, de couleur marron, parfaitement homogène. Parfois, surtout lorsque les charges ont été trop fortes ou les mélanges peu homogènes, on découvre, à l'œil nu, des grains brillants, très fins et d'autres plus volumineux, de nuance plus foncée. Au microscope ils présentent des formes bizarres. C'est la chaleur dégagée par la réaction qui, leur ayant fait subir un commencement de fusion, a eu pour effet de les polir en certains points ou de les souder en d'autres. Si l'on veut les éliminer, on les sépare par lévigation; si l'on veut les éviter absolument, on augmente la proportion de magnésie.

» En employant des matières premières chimiquement pures, on obtient un silicium titrant 99,09 à 99,60 pour 100. Avec les produits commerciaux, on a des chiffres très voisins (2). »

---

(1) Au début de ces recherches, lorsque les mélanges n'étaient pas suffisamment intimes ou qu'ils contenaient de l'eau, j'ai obtenu aussi de violentes explosions et des marbrures indiquant une matière non homogène.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire des Hautes Études de l'École supérieure de Phrmaacie.

CHIMIE. — *Sur l'état protomorphique. — Sulfures de zinc et de manganèse.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons rappelé précédemment (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1208 et 1263, et t. CXX, p. 46) certaines réactions déjà connues des sulfures de nickel et de cobalt, et nous avons indiqué quelques propriétés nouvelles de ces corps, qui nous semblent démontrer qu'au moment de leur formation ils doivent exister sous un état différent de celui sous lequel nous les connaissons une fois formés, et que nous proposons de désigner sous le nom d'*état protomorphique*.

» Les réactions produites sous cet état par les sulfures de nickel et de cobalt ne sont qu'un exemple des réactions dont on connaît déjà un certain nombre et qui peuvent être produites par les corps avant qu'ils aient acquis leurs propriétés définitives, après avoir éprouvé une ou plusieurs transformations correspondant très probablement à des condensations, avec dégagement de chaleur, souvent manifestées par des phénomènes de cristallisation. Ces transformations sont immédiates et ne peuvent être constatées par les méthodes calorimétriques, mais seulement par les réactions chimiques effectuées au moment de leur formation. C'est le cas du sulfure de nickel. Ou bien elles ne se produisent que lentement, soit en quelques minutes, et peuvent alors être mises en évidence par le dégagement de chaleur qui se poursuit après que les corps constituant le système primitif ont été mis en présence, soit pendant plusieurs jours, plusieurs années quelquefois, pendant un temps trop long pour qu'on puisse observer directement le dégagement de chaleur qui leur correspond. Dans ce dernier cas, qui est celui d'un grand nombre d'oxydes et de sels précipités, on pourra, à chaque instant, avoir une idée de l'état actuel des corps soit par les quantités de chaleur qui se dégagent lorsqu'on les amène à un état final déterminé, soit par les différences que l'on observe dans les propriétés chimiques.

» Le *protomorphisme* des sulfures métalliques précipités peut être manifesté, par cette dernière méthode, pour un assez grand nombre de sulfures autres que les sulfures de nickel et de cobalt, dont nous avons déjà parlé, et les sulfures précipités peuvent produire certaines réactions intéressantes à un double titre, car elles indiquent l'existence de composés nouveaux, et sont quelquefois susceptibles d'application en Chimie analytique.

» *Sulfure de zinc*. — La transformation du sulfure de zinc précipité n'est pas immédiate, à froid, comme celle des sulfures de nickel et de cobalt. Elle est très rapide à chaud, mais elle se poursuit, pendant plusieurs heures au moins, à la température ordinaire. C'est ce que l'on peut encore manifester par l'action des sulfures alcalins.

» M. Thomsen (*Deutsche Chemische Gesellschaft*, t. XI, p. 2044; 1878) a montré que le sulfure de sodium donne, avec une solution de sulfate de zinc, un précipité de sulfure de zinc; que, si l'on remplace le sulfure alcalin par le sulfhydrate de sulfure, le sulfure de zinc se forme encore si l'on emploie ce dernier en quantité équivalente; mais que, si l'on verse le double de sulfhydrate de sulfure, on n'obtient pas de précipité, mais une liqueur limpide ou opalescente, qui fournit un précipité de sulfure de zinc ou de sulfhydrate, lorsqu'on ajoute soit de la soude, soit un acide.

» La combinaison soluble du sulfure de zinc et du sulfhydrate de sulfure alcalin, comparable à celle de l'oxyde de zinc et de l'hydrate de potasse, peut être produite encore plus nettement de la manière suivante :

» Si dans la liqueur alcaline obtenue en versant une dissolution de sulfate de zinc dans de la soude, jusqu'à ce que l'oxyde de zinc cesse de se redissoudre, on fait passer de l'hydrogène sulfuré, on constate que les premières bulles de gaz déterminent la précipitation du zinc à l'état de sulfure. Si l'on continue l'action de l'hydrogène sulfuré, ce précipité se redissout et l'on obtient, en quelques instants, une liqueur complètement limpide, pourvu que la dilution soit assez grande, par exemple avec une liqueur préparée avec des solutions de soude et de sulfate de zinc à 10 pour 100, et diluée ensuite au dixième. Les acides faibles et les alcalis y précipitent encore du sulfure de zinc; la même précipitation se produit à l'ébullition. Il s'agit donc bien d'une combinaison de sulfure de zinc et de sulfhydrate de sulfure de sodium.

» Il est facile de montrer, en ne modifiant que très légèrement les conditions de l'expérience précédente, que le sulfure de zinc récemment précipité subit une transformation.

» Si, en effet, après avoir fait passer les premières portions d'hydrogène sulfuré, de manière à précipiter le sulfure de zinc, on ne prolonge pas l'action du courant gazeux, et si l'on abandonne le mélange à la température ordinaire, vers 15° à 20°, après avoir soigneusement bouché le vase dans lequel on a effectué la précipitation de manière à éviter l'accès de l'air, on constate qu'au bout de quelques heures le sulfure de zinc n'est plus susceptible de se redissoudre par l'action d'une nouvelle quantité d'hydrogène sulfuré, quel que soit le temps pendant lequel on fait passer ce gaz dans la liqueur.

» Cette transformation peut être immédiate ou lente, suivant des conditions que nous définirons prochainement.

» Le sulfure de zinc précipité sous sa modification soluble dans le sulf-

hydrate de sulfure de sodium, est toujours amorphe. Sous sa modification insoluble, nous l'avons toujours trouvé cristallisé.

» L'emploi du sulfhydrate de sulfure de sodium permet de séparer le sulfure amorphe du sulfure cristallisé, et de suivre ainsi la marche de la transformation, lorsqu'elle ne se fait que d'une manière progressive.

» Nous ferons remarquer, au point de vue analytique, que les faits précédents montrent que, dans la séparation des métaux, on ne doit faire usage que des sulfures alcalins et non des sulfhydrates de sulfures, surtout si l'on fait la précipitation à froid, et que, de même, on ne peut substituer à l'emploi des sulfures alcalins celui de l'acide sulfhydrique, en faisant passer ce gaz dans la liqueur alcaline.

» On voit aussi qu'il peut se présenter une cause d'erreur dans la recherche qualitative du zinc, et que la précipitation du sulfure de zinc par l'hydrogène sulfuré dans un milieu alcalin peut passer inaperçue. Aussi convient-il d'effectuer cette précipitation dans le liquide sursaturé par l'acide acétique.

» *Sulfure de manganèse.* — Le protomorphisme du sulfure de manganèse ne peut être manifesté par la réaction précédente, du moins dans les conditions où l'on peut manifester le protomorphisme du sulfure de zinc.

» On peut même séparer le manganèse du zinc en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré pendant plusieurs minutes, dans la liqueur additionnée de chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque, en évitant un excès de ces derniers. Si la dilution est assez grande, le sulfure de manganèse se précipite seul à froid, et le sulfure de zinc passe dans la liqueur filtrée, d'où l'on peut le séparer par une addition d'acide acétique.

» Nous rappellerons cependant que le sulfure de manganèse peut se présenter au moins sous deux aspects fort différents, tantôt de couleur chair, tantôt vert. Les deux modifications correspondent à des états d'hydratation différents. La transformation de la première dans la seconde, découverte par Berzélius, a été étudiée par M. Muck (*Zeitsch. f. Chem.*, t. V, p. 580, et t. VI, p. 6) et par MM. P. de Clermont et H. Guiot (*Bull. de la Soc. chim.*, t. XXVII, p. 353; 1877). La première forme peut être comparée au sulfure de zinc amorphe, la seconde au sulfure de zinc cristallisé. La transformation du sulfure de manganèse paraît se produire dans des conditions analogues à celles du sulfure de zinc, mais plus difficilement; par exemple, à une température plus élevée, ou dans des liqueurs plus concentrées.

» Il faut remarquer, du reste, que l'indication négative constatée ici ne démontre nullement que le sulfure de manganèse ordinaire, de couleur chair, ne provienne pas lui-même d'une transformation d'un sulfure existant sous un état protomorphique encore moins avancé. Il est possible que ce dernier puisse être mis en évidence par des réactions différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions sensibles des acides amido-benzoïques*. Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« Voici quelques réactions très sensibles que j'ai eu l'occasion d'employer en analysant des mélanges d'acides amido et nitro-benzoïques; on les exécute en plaçant l'isomère, ou le mélange d'isomères, c'est-à-dire quelques parcelles de substance, sur un verre de montre, et ajoutant le réactif petit à petit.

» Je ferai connaître l'action des hypochlorites, hypobromites et hypoiodites alcalins de l'hypochlorite de calcium, et du perchlorure de fer en solution aqueuse très étendue.

» I. *Action de l'hypochlorite de sodium alcalin sur les acides amido et nitro-benzoïques.* — Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, la liqueur se colore en rouge de sang.

» Avec l'acide méta, rouge brun.

» Avec l'acide para, rouge orangé.

» La réaction est particulièrement sensible avec l'isomère ortho.

» Les trois acides nitro-benzoïques *ne donnent rien* dans les mêmes conditions.

» II. *Action de l'hypobromite de sodium alcalin sur les mêmes acides.* — Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, la liqueur se colore en rouge orangé foncé.

» Avec l'acide méta, rouge orangé vif.

» Avec l'acide para, rouge orangé vif.

» Les trois acides nitro-benzoïques ne donnent rien, en présence du même réactif.

» III. *Action de l'hypoïodite de sodium alcalin.* — Je prépare le réactif en dissolvant, dans un excès de lessive de soude pure et concentrée, un peu d'iode jusqu'à commencement de coloration jaunâtre.

» Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, la liqueur se colore en rouge orangé.

» Avec l'acide méta, jaune foncé.

» Avec l'acide para, jaune franc.

» Avec les acides nitro-benzoïques, rien de semblable; les *cristaux* de l'isomère ortho deviennent jaune foncé au contact du réactif, mais les *liqueurs* ne se colorent pas comme dans les autres réactions.

» IV. *Action de l'hypochlorite de potassium alcalin.* — Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, la liqueur devient rouge brun très foncé.

» Avec l'acide méta, rouge brun foncé.

» Avec l'acide para, rouge orangé foncé.

» Aucune réaction colorée avec les acides nitro-benzoïques.

» V. *Action de l'hypobromite de potassium alcalin.* — Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, liqueur colorée en rouge orangé vif;

» Avec l'acide méta, même teinte.

» Avec l'acide para, même teinte.

» Le même réactif ne donne rien avec les acides nitro-benzoïques.

» VI. *Action de l'hypoïodite de potassium alcalin.* — Ce réactif a été préparé comme l'hypoïodite de sodium.

» Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, liqueur colorée en rouge brun.

» Avec l'acide méta, orangé foncé.

» Avec l'acide para, orangé vif.

» Avec les acides nitro-benzoïques, on n'observe pas de coloration dans les liqueurs.

» Il est à remarquer que les *cristaux* de l'isomère ortho se colorent en rouge orangé, et ceux de l'isomère para en jaune paille, au contact du réactif.

» VII. *Action de l'hypochlorite de calcium alcalin.* — Le réactif a été employé en solution étendue.

» Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, liqueur colorée en violet foncé, virant bientôt au noir ou au vert sale; cette réaction est extrêmement sensible.

» Avec l'acide méta, jaune brun.

» Avec l'acide para, jaune brun.

» Aucune réaction avec les acides nitro-benzoïques.

» *Action du perchlorure de fer en solution aqueuse très étendue.* — Avec l'acide ortho-amido-benzoïque, liqueur colorée en rose, puis en rouge vineux.

» Avec l'acide méta, jaune ambré.

» Avec l'acide para, rouge brun.

» La même solution de chlorure ferrique ne réagit pas avec les acides benzoïques; toutefois, les cristaux de l'isomère ortho prennent, au bout d'un certain temps, une coloration rouge clair.

» Dans une série de Notes présentées à l'Académie, de 1892 à 1895, j'ai fait connaître certaines réactions différencielles entre les acides amido et nitro-benzoïques isomériques. Ces relations ne sont comparables ni comme sensibilité, ni comme rapidité, à celles que je décris aujourd'hui. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une classe de nitriles.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une précédente Communication, j'ai décrit deux éthers cyanés de la forme $CH^3\text{-}CH\langle{}^{OR}_{CAz}$ (¹). L'identité de leur point d'ébullition, leur odeur éthérée et leurs réactions portent à les considérer comme des isomères physiques. Ils sont stables l'un et l'autre, et, sous l'action de la po-

(¹) L'isomère $CAz\text{-}CH^2.CH^2OC^2H^5$ a été obtenu par M. Henry, professeur à l'Université de Louvain; il bout à 172°.

tasse en fusion, donnent un dégagement d'ammoniaque sans perdre d'acide cyanhydrique.

» Il en est autrement du nitrile lactique $CH^3\text{-}CH\langle{}^{OH}_{CAz}$, découvert, ainsi que ses homologues, par MM. Armand Gautier et M. Simpson. Tous ces corps, sous l'influence de la potasse, de l'eau, même d'une simple élévation de température, se scindent en aldéhydes et en acide prussique. D'autre part, ils se forment par le contact prolongé des aldéhydes avec l'acide prussique :

$$CH^3 - \underset{H}{C}O + CAz\mathbf{H} = CH^3 - \underset{H}{C}(O\mathbf{H})CAz.$$

» Les composés de MM. Gautier et Simpson se comportent donc comme des combinaisons moléculaires et diffèrent des nitriles en ce que, au contact de l'eau, ils perdent le groupement CAz à l'état d'acide prussique, tandis que le propre des nitriles est de fixer de l'eau sur ce groupe CAz inhérent à la molécule.

» Je me suis demandé si, en enlevant l'atome d'hydrogène **H** provenant de l'acide prussique générateur, la molécule de *cyanal* (¹) perdrait sa tendance à dégager de l'acide cyanhydrique et si je rentrerais dans le type stable $CH^3.CH\langle{}^{OR}_{CAz}$ mentionné au début de cette Note et qui, lui, possède la propriété des nitriles.

» *Acétate de cyanal* $CH^3.CH\langle{}^{C^2H^3O^2}_{CAz}$. — Appliquant la méthode habituelle, j'ai soumis le cyanal à l'action du chlorure d'acétyle

$$CH^3.CH\langle{}^{O\mathbf{H}}_{CAz} + C^2H^3OCl = CH^3.CH\langle{}^{C^2H^3O^2}_{CAz} + \mathbf{H}Cl.$$

» Après avoir chassé l'excès de chlorure, lavé à l'eau alcaline le résidu, séché sur du carbonate de potasse et distillé la matière huileuse qui surnageait l'eau alcaline, j'ai obtenu un liquide bouillant à 167° sous la pression 750^{mm}.

» Ce corps, par son analyse et sa densité de vapeur, répond à la composition de l'acétate de cyanal. M. P. Henry, qui a déjà décrit ce composé (²), lui attribue pour point d'ébullition 175°. Il résulte de ses recherches que sa densité de vapeur prise à 100° sous pression réduite est normale; j'ai trouvé le même résultat en opérant par la méthode de Meyer dans l'aniline.

(¹) J'appelle *cyanal* les nitriles de MM. Arm. Gautier et Simpson : ce nom rappelant l'origine de ces composés (acide cyanhydrique et aldéhydes).

(²) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XVIII, p. 702; 1889.

» Cet acétate n'est donc plus une combinaison moléculaire, mais il a tous les caractères d'une molécule chimique. J'en ai fait l'étude au point de vue spécial qui me préoccupait.

» Son point d'ébullition pris dans un ballon à double enveloppe est 169° (non corrigé) à la pression 760. Sa densité liquide est 1,052 à 0° et 1,032 à 14°. L'acétate de cyanal est soluble dans vingt-cinq fois son poids d'eau, et la solution ne précipite pas par l'azotate d'argent, même à la longue. Il est soluble dans l'éther, l'alcool, l'acide acétique, etc. Ce corps, malgré sa constitution, n'a pas les caractères habituels des nitriles ni des alcools secondaires. En effet, d'abord il se saponifie par l'eau plus lentement qu'un acétate d'alcool primaire.

» Comparons, en effet, une dissolution contenant $4^{gr},5$ d'acétate de cyanal dans 200^{cc} d'eau avec une solution d'acétate d'éthyle renfermant, par litre, le même poids d'acide acétique. A la température de 33°-35°, on trouve comme acidité (mesurée avec une liqueur de potasse au $\frac{1}{10}$ de molécule) sur 100^{cc} :

	Cyanal.	Éther acétique.
Au bout de 3×24^h.....	$3^{cc},5$	$5^{cc},8$
» » 17×24^h.....	$28^{cc},0$	$40^{cc},0$

» L'addition d'une solution alcaline renverse les résultats en activant considérablement la saponification du composé cyanaldique.

» Si l'on opère à chaud, vers 140°, les résultats sont tout à fait remarquables. En effet, au bout de trois heures de chauffe, l'acétate de cyanal est loin d'être entièrement saponifié. Il y a plus : à chaque molécule d'acide acétique mise en liberté correspond sensiblement la formation d'une molécule d'acide prussique et l'eau renferme de l'aldéhyde ; de sorte que dans ces conditions la molécule d'acétate cyanaldique éprouve une triple scission qui régénère tous ses éléments constituants, de même que sous l'action de l'eau un éther composé régénère ses deux éléments constituants, alcool et acide :

$$CH^3.CH\begin{cases} C^2H^3O^2 \\ CAz \end{cases} + H^2O = CH^3.CH.O + C^2H^4O^2 + HCAz.$$

» Cette propriété se rencontre dans les éthers des cyanals supérieurs ; elle caractérise donc ce genre de composés.

» On peut la mettre en évidence par des expériences variées : quantitativement, en ajoutant $1^{gr},1$ d'acétate d'argent à une solution d'acétate de cyanal ($1^{gr},7$ dans 50^{cc} d'eau), on trouve, après quatre heures de chauffe à 140°, une acidité correspondant à $13^{gr},6$ de potasse et à 1 molécule par litre, c'est-à-dire sensiblement le double de l'acide acétique renfermé dans l'acétate d'argent. Qualitativement, l'addition d'acétate de cyanal à une solution ammoniacale d'azotate d'argent additionnée de potasse donne immédiatement à froid un dépôt adhérent d'argent métallique.

» Une solution aqueuse d'acétate de cyanal, additionnée d'une trace de phosphates d'ammoniaque et de potasse et ensemencée de penicillium, n'accuse aucun trouble, à 12°, au bout d'un mois et demi.

» Le gaz chlorhydrique sec donne avec l'acétate de cyanal un corps cristallisé sur lequel je reviendrai.

» *Propionate de cyanal* $CH^3.CH\begin{matrix}\diagup C^3H^5O^2 \\ \diagdown CAz\end{matrix}$. — Il s'obtient aisément en traitant le cyanal par le chlorure de propionyle. La réaction est très vive. Débarrassé de l'excès de chlorure, lavé, séché et distillé, ce corps se présente sous l'aspect d'un liquide bouillant à 181°-182° sous la pression 760^{mm} (1). Sa densité à 0° est 1,022; à 18° elle est 1,004; sa saveur est sucrée; il se dissout dans trente fois son poids d'eau.

» Au point de vue chimique, il possède les mêmes propriétés que son homologue ci-dessus décrit : par l'eau bouillante il se scinde en ses éléments constituants : aldéhyde, acide propionique et acide prussique; au contact d'une solution ammoniacale d'azotate d'argent, il argente le verre.

» *Acétate de propylcyanal* $C^2H^5.CH\begin{matrix}\diagup C^2H^3O^2 \\ \diagdown CAz\end{matrix}$ (2). — MM. Arm. Gautier et Simpson ont préparé le propylcyanal en laissant en contact l'aldéhyde propionique et l'acide cyanhydrique sec : c'est un corps tout à fait instable. J'ai répété cette préparation et, dans le mélange obtenu, j'ai ajouté un excès de chlorure d'acétyle en refroidissant le récipient. La réaction est très vive, et le composé obtenu est mêlé de carbylamines, si l'on en juge à l'odeur.

» La réaction est plus facile et plus nette si, dans 120^{cc} de chlorure d'acétyle fortement refroidi, on fait tomber lentement, à l'aide d'un entonnoir à brome, en agitant sans cesse, 90^{gr} de propylcyanal. On laisse la masse s'échauffer lentement, on distille l'excès de chlorure d'acétyle, et, dans le vide, vers 100°, on obtient un liquide qui, redistillé à la pression 762^{mm}, passe à 183° : c'est l'acétate de propylcyanal. Sa densité à 0° est 1,019; à 12°,5, elle est 1,006. Il est très peu soluble dans l'eau et se décompose en ses éléments sous l'influence des alcalis.

» En résumé, les éthers des cyanals résistent à la chaleur; mais, à l'inverse des éthers cyanés, ils cèdent aisément les éléments de l'acide cyanhydrique. Je me propose de rechercher si l'éther cyané insoluble se rattache ou non aux cyanals. »

		C pour 100.	H pour 100.	Az pour 100.	Poids mol.
(1)	*Analyse*	56,18	7,10	10,73	128,5
	Théorie	56,70	7,08	11,03	127
(2)	*Analyse*	56,75	6,85	11,00	»

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'hexaméthylènetétramine.* Note de MM. **R. Cambier** et **A. Brochet**, présentée par M. P. Schützenberger.

« En faisant réagir le gaz ammoniac sec sur le trioxyméthylène, Boutlerow obtint en 1858 une base répondant à la formule $C^6H^{12}Az^4$, à laquelle il donna le nom d'*hexaméthylènetétramine* (¹). Cette base possédait les propriétés des ammoniaques composées : elle formait un chlorhydrate $C^6H^{12}Az^4, HCl$, un chloroplatinate $[C^6H^{12}Az^4, HCl]^2.PtCl^4$ et se combinait aux iodures alcooliques $RI.C^6H^{12}Az^4$.

» Depuis cette époque le trioxyméthylène ayant été identifié avec l'aldéhyde formique dont il est un des polymères, l'hexaméthylènamine s'obtient plus aisément en traitant la solution commerciale de formaldéhyde par l'ammoniaque aqueuse et en évaporant dans le vide.

» Un certain nombre de formules de constitution ont été proposées pour ce corps; elles ont toutes, à part celle de Boutlerow, l'inconvénient de s'écarter du type ammoniaque composée.

» A la suite d'un certain nombre de recherches sur cette base nous avons été amenés à lui donner la formule suivante

$$\begin{array}{l} \quad\diagup CH^2 - Az = CH^2 \\ Az - CH^2 - Az = CH^2. \\ \quad\diagdown CH^2 - Az = CH^2 \end{array}$$

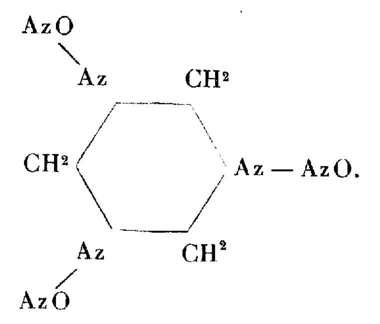
» On voit de prime abord que cette formule a l'avantage : 1° de mettre bien en évidence les propriétés des ammoniaques composées; 2° de montrer la facile transformation de l'hexaméthylènamine en ammoniaque et aldéhyde formique sous l'influence des acides employés en excès; 3° d'expliquer aisément l'action de l'acide nitreux. Si cet acide réagit sur un excès d'hexaméthylènamine il se dégage de l'anhydride carbonique, et il se fait de la dinitrosopentaméthylène-tétramine $(CH^2)^5Az^4(AzO)^2$ (²) dont la constitution, d'après notre hypothèse, serait la suivante

$$\begin{array}{ccc} & \diagup AzO & \\ \diagup CH^2 - & Az & - CH^2 \diagdown \\ Az \text{———} & CH^2 & \text{———} Az. \\ \diagdown CH^2 - & Az & - CH^2 \diagup \\ & \diagdown AzO & \end{array}$$

(¹) Boutlerow, *Répertoire de Chimie pure*, p. 221; 1858.

(²) F. Mayer, *Deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XXI, p. 2883.

Si, au contraire, l'acide est en excès, il se forme de la trinitrosotriméthylène-triamine $(CH^2)^3Az^3(AzO)^3$ (1). La transformation du produit de Griess en celui-ci se conçoit aisément par perte de $Az(CH^2)^2$ et fixation de AzO sur l'azote restant



» Cette formule est précisément celle proposée par Mayer.

» Étant données nos connaissances actuelles, la seule objection qui puisse être faite à la constitution de l'hexaméthylènamine que nous proposons est de prévoir l'existence de dérivés d'addition de la forme $C^6H^{12}Az^4R^6$, alors que l'on n'a obtenu jusqu'ici que les termes en R^2 et R^4.

» Est-ce bien là une objection? Les composés d'addition de la forme $AzBr - CH^2Br$ sont peu stables; or, précisément les bromures et iodures $C^6H^{12}Az^4.R^4$ perdent facilement une partie de leur élément halogène par simple exposition à l'air; on conçoit alors que ces termes soient une limite d'addition.

» Enfin, nous citerons la formation de méthylènamidoacétonitrile $CAz - CH^2 - Az = CH^2$, obtenu par MM. Jay et Curtius (2) en faisant réagir l'aldéhyde formique sur le cyanure d'ammonium. Ce composé, traité par les acides, régénère l'aldéhyde formique en donnant le nitrile amido-acétique $CAz - CH^2 - AzH^2$. De même l'hexaméthylènamine donne, dans les mêmes conditions, de l'aldéhyde formique, mais dans ce cas l'hydratation est complète avec formation d'ammoniaque, tandis que dans le nitrile de MM. Jay et Curtius, le carbone servant de lien entre l'azote et CH^2, la combinaison est stable.

» Le méthylènamidoacétonitrile serait donc à l'acide cyanhydrique ce que l'hexaméthylènamine est à l'ammoniaque, d'après notre hypothèse.

» Ajoutons que la formule que nous proposons expliquerait par hydro-

(1) Griess et Harrow, *Ibid.*, t. XXI, p. 2737.
(2) Jay et Curtius, *Deutschen Chemischen Gesellschaft*, t. XXVII, p. 59.

génation la formation de méthylamine indiquée par MM. Trillat et Fayollat ([1]); mais nous insistons sur ce fait que l'on ne peut déduire de cette expérience une formule de constitution de l'hexaméthylènamine.

» En effet, en traitant cette base par un réducteur alcalin : amalgame de sodium, sodium et alcool, aluminium et lessive alcaline, on n'obtient pas de méthylamine, tandis que l'on en obtient en traitant l'hexaméthylènamine non seulement par le zinc et l'acide chlorhydrique, mais également avec l'acide chlorhydrique seul; il se forme encore de la méthylamine, plus difficilement, il est vrai, si l'on additionne l'acide chlorhydrique d'acide chromique ou si on le remplace par l'acide azotique. La prétendue hydrogénation de MM. Trillat et Fayollat est donc au moins inutile et la formation de méthylamine est due à une réaction secondaire tout à fait différente, sur laquelle nous reviendrons d'ailleurs prochainement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le méthylal éthylénique.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« Le numéro des *Comptes rendus* du 4 juin 1894 ([2]), renferme une Note de MM. A. Trillat et R. Cambier, ayant pour titre : « Action du trioxyméthylène sur les alcools en présence du perchlorure de fer et sur les nouveaux dérivés méthyléniques qui en résultent. » Cette Communication a présenté pour moi un intérêt tout spécial, puisque je m'occupe depuis assez longtemps des composés monocarbonés. Mon intention n'est pas d'en faire en ce moment l'examen. Je n'en veux relever qu'un seul point.

» Selon MM. Trillat et Cambier, le produit de l'action du trioxyméthylène sur le glycol éthylénique est le dérivé méthylénique de celui-ci. Ils lui assignent la formule suivante $H^2C[O-CH^2-CH^2OH]^2$, formule qu'ils déclarent confirmée par l'analyse de ce produit et la détermination de la densité de sa vapeur. Ce composé constitue, selon ces auteurs, un liquide bouillant à 74°-75°, *légèrement* soluble dans l'eau.

» Je me suis occupé autrefois du méthylal diéthylique $H^2C[OC^2H^5]^2$, dont le point d'ébullition est vers 85°. Il m'a paru, de prime abord, *impossible* que le dérivé bi-hydroxylé, bi-primaire, de ce composé, fût plus volatil que ce composé lui-même, et j'ai conçu des doutes sur l'exactitude de la détermination spécifique du corps obtenu et décrit par MM. Trillat et Cambier.

» J'ai été ainsi amené à refaire leurs expériences, en ce qui concerne l'action du trioxy-méthylène sur le glycol éthylénique.

([1]) Trillat et Fayollat, *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 628.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1277.

» Je me hâte de dire que leurs indications sont exactes en bien des points, mais ils me paraissent s'être mépris sur la nature du composé que fournit cette réaction. Ce composé n'est autre, en effet, que le *méthylal éthylénique* $H^2C \langle \begin{matrix} O - CH^2 \\ | \\ O - CH^2 \end{matrix}$, ou l'*oxyde mixte méthyléno-éthylénique*.

» Ce corps constitue un liquide d'une limpidité parfaite, sans consistance, très mobile, d'une odeur piquante rappelant celle du méthanal, en solution aqueuse; d'une saveur brûlante, piquant énergiquement la langue. Sa densité à +3° est égale à 1,0828. *Il se dissout aisément dans l'eau, avec laquelle il est miscible en toutes proportions;* le chlorure calcique et le carbonate bipotassique le séparent de sa solution aqueuse sous forme de couche surnageante. Il bout sous la pression de 750mm à 78°. Sa densité de vapeur, déterminée selon la méthode de Hofmann, a été trouvée égale à 2,50.

Substance	0gr,0397
Tension de la vapeur	162mm
Volume »	78cc,8
Température	100°

» La densité calculée est 2,55. La densité de la vapeur de $C^5H^{12}O^4$ est 4,69.

» L'analyse de ce composé a fourni les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé. $C^3H^6O^2$.	Calculé. $C^5H^{12}O^4$.
C	48,43	48,64	44,11
H	8,06	8,10	8,82

» Je ferai remarquer qu'entre le méthylal biméthylique et le méthylal éthylénique, il existe les mêmes relations de composition qu'entre l'oxyde de méthyle et l'oxyde d'éthylène.

$$O \langle \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}, \qquad O \langle \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix},$$

$$H^2C \langle \begin{matrix} OCH^3 \\ OCH^3 \end{matrix}, \qquad H^2C \langle \begin{matrix} O - CH^2 \\ | \\ O - CH^2 \end{matrix}.$$

» Aussi les relations de volatilité entre les composés correspondants de ces deux groupes sont-elles les mêmes.

$$O \langle \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \text{ Ébull. } -23^\circ, \qquad O \langle \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix} \text{ Ébull. } +13^\circ.$$

Différence : + 36°;

$$H^2C \langle \begin{matrix} OCH^3 \\ OCH^3 \end{matrix} \text{ Ébull. } +42^\circ, \qquad H^2C \langle \begin{matrix} OCH^2 \\ | \\ OCH^2 \end{matrix} \text{ Ébull. } +78^\circ.$$

Différence : + 36°.

» La soudure des deux fragments — CH^3, à la suite de l'élimination de H^2, détermine, dans les deux cas, une élévation dans le point d'ébullition de 36°.

» Mon intention n'est pas de faire aujourd'hui l'étude complète, au point de vue chimique, du méthylal éthylénique. Il possède, d'une manière générale, les mêmes propriétés que d'autres composés de cette sorte déjà connus, et notamment que l'acétal éthylénique de Wurtz (¹) :

$$H^3C - CH\left\langle\begin{array}{l} O - CH^2 \\ \quad\;\; | \\ O - CH^2 \end{array}\right. .$$

» Comme celui-ci, il réagit vivement sur le pentachlorure de phosphore et il se combine par addition, avec une violence extraordinaire, au brome qui s'y décolore instantanément.

» Il se dissout dans le chlorure d'acétyle sans manifester aucun indice de réaction, du moins à la température ordinaire. L'inertie de ce réactif constate à l'évidence l'absence du groupement —OH dans ce composé.

» J'ajouterai encore que le méthylal éthylénique ne me paraît pas pouvoir supporter impunément le contact prolongé du chlorure calcique, ni être soumis à des distillations répétées. A l'instar d'autres composés mixtes, ce corps me semble se dédoubler à la longue, sous l'action de la chaleur, dans les deux composés simples dont il renferme les éléments : l'oxyde de méthylène $H^2C = O$ et l'oxyde d'éthylène $H^4C^2 = O$. A la fin de sa distillation, le thermomètre s'élève comme lors de la distillation de l'oxyméthylène $(H^2C = O)^n$ et l'on recueille une certaine quantité de celui-ci sous forme de sublimé solide. Quoi qu'il en soit, la préparation et la purification de ce composé intéressant sont des plus aisées (²).

» Je me propose de faire le véritable méthylal bi-éthylique bi-hydroxylé symétrique : $H^2C[O - CH^2 - CH^2OH]^2$.

(¹) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 378; 1861.

(²) Je tiens à ajouter qu'il est nécessaire de pousser la distillation du produit brut de la réaction beaucoup plus loin que ne l'indiquent MM. Trillat et Cambier. Ce produit brut, un liquide épais et visqueux, me paraît être constitué par le produit d'addition du méthanal au glycol, $H^2C\left\langle\begin{array}{l} OCH^2 - CH^2(OH) \\ OH \end{array}\right.$; le méthanal éthylénique $H^2C\left\langle\begin{array}{l} O - CH^2 \\ \quad\;\; | \\ O - CH^2 \end{array}\right.$ se forme, selon moi, pendant la distillation, par déshydratation de ce produit d'addition. Il distille, en effet, beaucoup d'eau dont on se débarrasse par le chlorure calcique. Dans la réaction indiquée par MM. Trillat et Cambier, le rôle de Fe^2Cl^6 me paraît être principalement de désagréger, de dépolymériser le tri-oxy-méthylène qui, seul au bain d'eau, ne réagit pas sur le glycol.

» Je ne possède encore en ce moment que son dérivé bichlorhydrique $H^2C[O-CH^2-CH^2Cl]^2$, composé très bien défini, liquide, bouillant fixe à 218°. Il est évident que le dérivé bi-hydroxylé correspondant aura un point d'ébullition beaucoup plus élevé encore.

» Ce dérivé bichlorhydrique est lui-même le résultat de l'action de l'oxyde de méthyle-éthyle bichloré $H^2C\begin{smallmatrix}\diagup O-CH^2-CH^2Cl \\ \diagdown Cl\end{smallmatrix}$ sur le glycol monochlorhydrique $ClCH^2-CH^2(OH)$.

» Cet oxyde de méthyle-éthyle bichloré bi-primaire est un liquide bouillant à 153°. Il résulte de l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur le méthanal en solution aqueuse, en présence du glycol monochlorhydrique, conformément à la méthode que j'ai indiquée pour la préparation des éthers méthyliques monochlorés de la formule générale $H^2C\begin{smallmatrix}\diagup OC^nH^{m+1} \\ \diagdown Cl\end{smallmatrix}$ (1).

» La constitution de ces composés, sur lesquels je me propose de revenir dans un travail spécial, est donc établie d'une manière certaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la pectase et sur la fermentation pectique.* Note de MM. G. **Bertrand** et A. **Mallèvre**, présentée par M. Dehérain.

« Dans une récente Communication (2) nous avons démontré que la fermentation pectique, c'est-à-dire la coagulation de la pectine sous l'influence du ferment non figuré que Fremy a désigné sous le nom de *pectase*, ne pouvait se faire en l'absence d'un sel de calcium, de baryum ou de strontium. Le précipité obtenu dans cette fermentation est en effet un pectate alcalino-terreux et non de l'acide pectique, comme on l'avait admis jusqu'ici.

» Nous montrerons aujourd'hui que la transformation de la pectine en pectate alcalino-terreux, sous l'influence de la pectase, n'est réalisable qu'en milieu sensiblement neutre, l'action des acides sur la fermentation pectique étant considérable. Ce point établi, nous ferons ressortir l'une de ses conséquences immédiates.

» Après avoir constaté qu'un mélange à volumes égaux de suc de carottes et de solution de pectine à 2 pour 100 se prenait en gelée compacte après une heure envi-

(1) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 368; 1891, et *Bulletin de l'Académie de Belgique*, t. XXV (3e série), p. 439.

(2) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1012.

ron, nous avons préparé une série de mélanges semblables auxquels nous avons ajouté des quantités croissantes d'acide chlorhydrique. Il est résulté de ces additions un retard dans la transformation pectique, d'autant plus notable que la proportion d'acide était plus élevée : avec $0^{gr},088$ de HCl pour 100^{cc} de mélange, le retard s'élevait déjà à près de quarante heures; si l'on dépassait un peu $0^{gr},100$, il n'y avait plus de coagulation.

» Des résultats analogues ont été obtenus en remplaçant l'acide chlorhydrique par un autre acide minéral, tel que l'acide sulfurique ou l'acide nitrique, ou même par un acide organique. Nous avons essayé, dans ce but, les acides malique, oxalique et citrique.

» Ainsi, malgré la présence des sels de calcium, une très petite quantité d'un acide libre, minéral ou organique, retarde jusqu'à la supprimer l'action de la pectase : il y a là un fait d'autant plus digne d'attention, que beaucoup de fruits contiennent, à côté du ferment, une proportion d'acides qui, à certaine époque de leur développement, dépasse de beaucoup les doses employées dans nos expériences.

» Il faut remarquer, toutefois, que l'action retardatrice des acides est notablement amoindrie par la présence d'une plus forte proportion de sels de calcium ou de ferment. C'est même pour cette raison que certains sucs végétaux nettement acides, tels que les sucs de cerises ou de framboises, déterminent néanmoins la coagulation de la pectine. *La fermentation pectique dépend, en somme, des proportions relatives de ferment, de sels de calcium et d'acides libres.*

» C'est pour avoir méconnu cette influence des acides sur la fermentation pectique que Fremy a nié l'existence de la pectase dans le suc des pommes et des autres fruits acides. On sait qu'il a admis, par contre, l'existence d'une pectase insoluble, accompagnant la partie solide des pulpes : il expliquait ainsi comment le suc des pommes vertes n'agit pas sur la pectine, tandis que la pulpe, mise dans une solution de pectine, la rend gélatineuse après quelque temps.

» En nous basant sur nos expériences et sur la propriété bien connue des diastases de se fixer avec énergie aux corps insolubles, comme les matières colorantes sur le noir animal, nous croyons inutile de recourir à l'hypothèse d'une pectase insoluble pour expliquer l'action différente du suc et de la pulpe des fruits acides sur la pectine. Nous avons effectivement reconnu que la pectase existait dans le suc de ces fruits. En opérant sur des coings, des poires et des pommes de différentes variétés et cueillis à plusieurs stades de développement, nous avons préparé des sucs qu'il suffisait de saturer, au moins en partie, par un alcali étendu, pour qu'ils déterminassent facilement la coagulation de la pectine [1]. Il est donc

---

[1] Nous avons constaté, à cette occasion, que la partie centrale des fruits exa-

rationnel d'admettre que si la pulpe des fruits acides agit sur les solutions de pectine, c'est parce que la petite quantité de ferment qu'elle retient n'est plus gênée par la présence des acides, ceux-ci ayant été éliminés, pour la plus grande part, avec le suc cellulaire. Il n'est pas inutile de faire remarquer à ce sujet que la pulpe pressée de carottes retient aussi de la pectase et détermine nettement la fermentation pectique.

» Pour confirmer son explication, Fremy avait avancé que la pectase soluble pouvait être rendue insoluble sans perdre sa propriété caractéristique. Il nous reste à montrer que cette transformation n'est qu'apparente.

» J'ai, dit Fremy (¹), précipité par l'alcool un suc de carottes dans lequel la présence et l'efficacité de la pectase avaient été constatées par une expérience préalable; le précipité a été repris par l'eau et séparé au moyen de la filtration. La liqueur filtrée s'est trouvée sans action sur la pectine, tandis que le précipité produisait au bout de quelque temps la fermentation pectique.

» En répétant plusieurs fois cette expérience, nous avons observé les faits suivants : Quand on reprend le précipité alcoolique par l'eau distillée et que le contact de celle-ci est de courte durée, la pectase n'a pas le temps de se dissoudre en quantité suffisante et la solution obtenue est parfaitement inactive par rapport à la pectine; au contraire, si le précipité est bien délayé et le contact prolongé plusieurs heures, la solution coagule la pectine, surtout si l'on y ajoute une trace de chlorure de calcium.

» Ce dernier résultat est entièrement d'accord avec ce que nous savons maintenant sur l'intervention des sels de calcium dans la fermentation pectique. Quand on ajoute un volume d'alcool à du suc de carottes, presque toute la chaux contenue dans ce suc reste dissoute et le précipité qui se produit en renferme à peine. Dès lors, quand on reprend ce précipité par l'eau, on obtient une solution pauvre en sels de calcium, où le peu de pectase échappée à l'affinité capillaire du résidu insoluble est, par conséquent, sans effet appréciable.

» On doit donc conclure de ces nouvelles recherches que la pectase existe en dissolution aussi bien dans le suc cellulaire des fruits acides que dans celui des racines de carottes. Il n'y a pas de pectase insoluble. Mais, dans le suc des fruits acides, la présence du ferment peut être masquée par l'acidité du milieu; son action n'apparaît alors qu'après neutralisation (²). »

---

minés, comprise en dedans des faisceaux calicinaux et corollaires, était plus riche en ferment que la partie extérieure à ces mêmes faisceaux.

(¹) *Encyclopédie chimique; Chimie des végétaux*, p. 34.

(²) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence exercée par le système nerveux et la sécrétion pancréatique interne sur l'histolyse. Faits éclairant le mécanisme de la glycémie normale et du diabète sucré.* Note de M. **M. Kaufmann**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans des recherches antérieures, j'ai établi que l'activité glycosoformatrice intrahépatique est réglée d'une part, par le produit frénateur déversé dans le sang par le pancréas, et d'autre part, par l'action nerveuse transmise directement au foie par les nerfs hépatiques; que la sécrétion pancréatique interne est elle-même soumise à l'action régulatrice directe du système nerveux.

» A ces conclusions, confirmées dans les nouvelles recherches, viennent s'en ajouter d'autres, tirées des faits expérimentaux suivants :

» (*a*). Sur l'animal non hyperglycémique, à foie et pancréas complètement énervés, la piqûre du plancher du quatrième ventricule ne produit pas son effet hyperglycémique et glycosurique habituel.

» (*b*). Sur l'animal hyperglycémique ou glycosurique, à foie et pancréas énervés, ou à foie énervé et à pancréas extirpé, la piqûre bulbaire détermine toujours un accroissement de l'hyperglycémie et de la glycosurie.

» Le premier fait a été établi par mes recherches antérieures et confirmé depuis; le second est démontré par les expériences suivantes :

» *Expérience I.* — Sur un chien à foie énervé et à pancréas transplanté, devenu diabétique à la suite de l'atrophie consécutive du pancréas, la piqûre diabétique pratiquée après un jeûne de vingt-quatre heures a modifié l'hyperglycémie et la glycosurie comme suit :

	Sucre pour 1000^{gr}	
	de sang.	d'urine.
	gr	gr
Au moment de la piqûre	2,424	8
4 heures après	3,720	22
6 heures après	»	50
10 heures après	»	100
24 heures après	2,600	18

» *Expérience II.* — Sur un chien en bon état, à jeun, on extirpe le pancréas; le lendemain, l'animal étant toujours à jeun, on énerve le foie, puis on pique le bulbe.

	Sucre pour 1000^{gr} de sang.
Immédiatement avant la piqûre bulbaire	2,319
2 heures après	2,857
5 heures après	3,333
6 heures 30 après	3,636

» Les résultats fournis par ces expériences montrent que la piqûre bulbaire est capable d'exagérer considérablement l'hyperglycémie et la glycosurie, sans que l'on puisse invoquer la transmission d'une action nerveuse quelconque ni au foie ni au pancréas.

» Faut-il admettre que la piqûre diabétique provoque la formation de sucre dans les tissus autres que le foie et que cette formation sucrée périphérique peut devenir assez importante pour déterminer l'exagération de l'hyperglycémie et de la glycosurie?

» Cette interprétation doit être rejetée. Les faits expérimentaux actuellement connus et bien établis montrent, en effet, que le foie est le seul centre glycosoformateur important de l'économie, et que les autres organes ne participent que d'une manière insignifiante à la formation du sucre du sang. Après l'isolement du foie chez les mammifères (Bock et Hoffmann, Seegen, Hédon, Kaufmann), après son extirpation complète chez les oiseaux et les animaux à sang froid (Minkowski) le sucre diminue rapidement dans le sang et même disparaît. La même diminution s'observe sur des animaux diabétiques (Kaufmann). Dès 1856, mon maître, M. Chauveau, a montré que le sang artériel est toujours un peu plus riche en sucre que le sang veineux de la circulation générale. Dans un travail récent, nous avons constaté, M. Chauveau et moi, qu'il en est exactement de même chez les animaux hyperglycémiques, glycosuriques ou hypoglycémiques : dans tous les cas, quel que soit l'état glycémique de l'animal, le sang perd du sucre en traversant le réseau capillaire des tissus autres que le foie. J'ai constaté aussi que, pendant l'isolement du foie sur des chiens diabétiques, le sang stagnant dans les vaisseaux qui tiennent encore au foie s'enrichit en sucre, en même temps que celui qui est en circulation dans le reste de l'organisme perd sa glycose.

» Tous ces faits ne permettent donc pas d'accepter l'interprétation d'après laquelle du sucre se formerait dans les divers tissus, en quantité suffisante, pour provoquer l'exagération hyperglycémique et glycosurique observée dans les expériences ci-dessus. On est donc conduit à admettre que l'accroissement de l'hyperglycémie et de la glycosurie qu'on observe après la piqûre bulbaire, sur l'animal dont l'appareil glycosoformateur est énervé, est le fait, non d'une formation active de glycose dans les différents tissus, mais bien celui d'une résorption histolytique générale plus active, résorption histolytique qui fait pénétrer en plus grande abondance dans le sang des matériaux capables d'activer la formation sucrée dans le foie.

» Cette manière de concevoir l'effet de la piqûre bulbaire est appuyée

par les faits si clairement exposés par M. Chauveau dans son récent travail intitulé : *La vie et l'énergie chez l'animal* [1].

» L'histolyse s'accomplit incessamment dans l'organisme animal; elle fait rentrer dans le sang les matériaux qui composent les tissus; le sang transporte ensuite ces matériaux dans le foie où ils sont utilisés pour servir à la fabrication du sucre et à la reconstitution du potentiel énergétique consommé par le travail physiologique des divers organes.

» Les faits et les considérations exposés conduisent donc à cette conclusion importante, à savoir : que la piqûre diabétique agit *non seulement sur le foie et le pancréas*, mais encore *sur le travail histolytique général* qui s'accomplit continuellement dans les divers tissus de l'organisme animal.

» L'analyse de ces mêmes faits permet, en outre, d'établir que l'histolyse est réglée, comme la glycosoformation intra-hépatique, à la fois *par le produit pancréatique déversé dans le sang et par le système nerveux;* que le produit pancréatique exerce, par l'intermédiaire du sang, *son action frénatrice puissante sur l'activité de la résorption histolytique en même temps que sur l'activité glycosoformatrice hépatique.*

» Chez l'animal à appareil hépatopancréatique énervé, la piqûre diabétique ne produit pas son effet hyperglycémique habituel aussi longtemps que la fonction pancréatique conserve son activité normale. Sur un tel animal, la double action frénatrice qui s'exerce sur l'histolyse n'est pas facile à dissocier, parce que la réfrénation d'origine pancréatique est, à elle seule, assez puissante pour maintenir l'histolyse dans son activité normale; mais cette dissociation devient facile aussitôt que l'on affaiblit ou que l'on supprime totalement le frein pancréatique. Alors l'animal devient hyperglycémique et diabétique; mais son diabète n'atteint pas son maximum d'intensité parce que le système nerveux continue à exercer son action frénatrice sur l'histolyse. La piqûre bulbaire pratiquée alors supprime ce reste de réfrénation nerveuse, d'où diabète plus intense.

» L'histolyse et la glycosoformation sont deux actes physiologiques soumis l'un et l'autre à une double régulation : l'une d'origine pancréatique, l'autre d'origine nerveuse. Toutes les actions normales ou pathologiques qui modifient le travail glycosoformateur modifient aussi dans le même sens l'histolyse.

» L'harmonie admirable qui se montre entre l'hystolyse et la glycosoformation a pour résultat de proportionner l'intensité de la reconstitution du potentiel énergétique à l'intensité de la consommation de ce même

(1) *La vie et l'énergie chez l'animal.* Paris, Asselin, Houzeau; 1894.

potentiel consommé par le travail physiologique qui s'accomplit incessamment dans les diverses parties de la machine animale. »

GÉOLOGIE. — *Le Pléistocène de la vallee de Chambéry*. Note de MM. **J. Révil** et **J. Vivien**, présentée par M. Fouqué.

« Un des Chapitres les plus intéressants de la Géologie est celui qui a pour objet l'histoire de la période pléistocène. Le bassin de Chambéry ne le cède, à ce point de vue, en intérêt à aucun autre : aussi l'étude en a-t-elle été abordée par de nombreux savants qui sont arrivés à des résultats contradictoires ([1]). Il vient de faire, tout récemment encore, l'objet d'une Note de M. Delebecque ([2]), dont les conclusions ne nous semblent pas complètement justifiées. Nous nous proposons de donner, dans cette Note, la succession des assises récentes de cette vallée, ce qui nous permettra d'établir nos interprétations sur des bases plus positives.

» A la Boisse, près de Chambéry, on trouve des couches alluviales formant entièrement la colline que longe la route du Bourget. La série se présente de la façon suivante, de haut en bas :

» 4° Glaciaire consistant en marnes bleuâtres à cailloux striés et blocs anguleux.

» 3° Graviers avec lentilles de sables. La partie supérieure est formée ici par une couche de poudingue qui limite parfaitement l'assise.

» 2° Marne de couleur gris cendre avec débris de végétaux. On a trouvé, à la partie inférieure de cette couche, des élytres d'insectes, et des coquilles *lacustres* et terrestres [planorbes, lymnées, paludines, clausilies ([3])].

» 1° Sables fins fortement tassés mais non cimentés. A signaler un cordon de petits galets ne mesurant que quelques centimètres.

» Toutes ces assises sont *d'une horizontalité parfaite*.

» Des marnes à lignites et des sables se retrouvent à la base de toutes nos collines et sont *toujours surmontés par des alluvions à facies fluviatile*.

» On peut voir, par exemple, à Sonnaz un banc de *gravier bien stratifié* qui les recouvre directement; au-dessous viennent des argiles et des couches de combustibles qui sont aujourd'hui recouvertes, mais qui ont été autrefois le siège d'une exploitation très active. Des coquilles *lacustres* y ont été également recueillies. A Voglans, un banc de lignite, mesurant près

---

([1]) Mgr Rendu, Mgr Billet, de Mortillet, Pillet, Hollande, etc.

([2]) A. Delebecque, *Sur l'âge du lac du Bourget et les alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère* (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 931).

([3]) Ces fossiles sont déposés au Musée de Chambéry.

de 2^m, repose sur des assises argileuses situées au-dessus de sables fins. Cet ensemble est ici encore *recouvert par des graviers en couches*.

» D'autres alluvions pléistocènes se retrouvent près du Viviers, au bord de la route qui côtoie le lac du Bourget. Une carrière a été ouverte en face du restaurant Drivet et l'on peut voir des lentilles de cailloux enveloppées de bandes sableuses ayant ici une *inclinaison très accusée vers le lac*. Le pont traversé, la route coupe des assises analogues et présentant les mêmes allures. On observe un peu plus loin, sur la droite, une haute falaise toujours composée de sable et de cailloux parfois assez volumineux : ici la stratification paraît mouvementée. Il faut aller ensuite jusqu'à Grésine pour retrouver des alluvions qui, en ce point, inclinent également au nord-ouest.

» Cette allure nous indique un *alluvionnement en delta*. Quant aux *couches mouvementées*, elles ne sont pour nous que l'effet produit par une masse lourde sur les boues de l'ancien lac. Ces boues, plus ou moins résistantes suivant les points, auraient cédé à la pression et les matériaux supérieurs auraient suivi le mouvement des assises de la base.

» Une succession analogue s'observe sur l'autre flanc de la vallée, formant la colline de Servolex et du Tremblay. Ici également, on voit d'épaisses couches de gravier se superposer à des marnes à débris de végétaux et à des sables.

» Quant au sous-sol de la plaine, il est constitué par des sables et des marnes dont nous ne connaissons pas l'épaisseur. Un sondage de 23^m, effectüé dans le jardin du Muséum, n'a pas rencontré autre chose et n'a pas permis d'atteindre la roche en place.

» La vallée de Chambéry était donc occupée par un lac *avant l'arrivée des glaciers*. Ce lac devait être, comme l'est encore aujourd'hui le lac du Bourget, en communication avec le Rhône. Des courants adventifs, descendant des montagnes environnantes, apportaient les sables et les marnes calcaires que nous avons indiqués comme formant la base des coteaux de la vallée.

» Lors du grand développement des appareils glaciaires alpins, des alluvions, formées de matériaux empruntés à des moraines et, par conséquent, remaniées, nous arrivèrent par la cluse de Montmélian. Elles se superposaient aux assises à matériaux plus fins, dont nous avons parlé. On y trouve bien, ainsi que l'a indiqué M. Delebecque, des roches appartenant au massif du mont Blanc. Toutefois, celles-ci devaient provenir *des glaciers* qui suivaient le cours actuel de l'Arly, ou descendaient des Chapieux pour se réunir à ceux de l'Isère et de l'Arc.

» Ajoutons que nous avons trouvé dans les carrières de la Cossine, près de Chambéry, des diorites anorthosiques des environs de Bourg-Saint-Maurice, et de gros galets de brèche polygénique éocène venant *incontestablement* de la Maurienne ou de la Tarentaise, ce qui indique suffisamment la provenance de ces graviers.

» Avec les progrès de la glaciation arrivèrent les glaciers eux-mêmes, qui séjournèrent longtemps dans notre bassin, où ils ont laissé, sur les alluvions anciennes, des dépôts considérables. Lorsqu'ils se retirèrent, les eaux eurent à se créer un nouveau lit dans les alluvions antérieures. Le lac primitif se reconstitua moins étendu, pour arriver à ne se conserver que dans le synclinal mollassique déprimé, où il se trouve aujourd'hui. Un grand lac baignait donc le pied de nos chaînes avant l'extension glaciaire. Ce lac fut partiellement comblé par un fleuve qui provenait *du sud et non du nord*.

» Nous ajouterons que malgré de minutieuses recherches, dont les résultats négatifs nous ont arrêtés longtemps, nous n'avons rencontré dans notre bassin aucune preuve nous permettant de reconnaître plusieurs glaciations. Les phénomènes ultérieurs en ont, sans doute, oblitéré les traces, si elles ont existé, à moins, ce qui ne serait pas improbable, que notre vallée ait été trop rapprochée des massifs montagneux pour avoir jamais été entièrement déglacée pendant les périodes interglaciaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Restes d'Hyènes rayées quaternaires de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).* Note de M. **Édouard Harlé**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans une Communication du 9 avril dernier, j'ai signalé la découverte de restes d'Hyènes rayées dans la grotte de Montsaunès (Haute-Garonne); quelques jours après, M. Albert Gaudry me fit l'honneur, dans une Note à l'Académie, de revêtir ma détermination de sa haute sanction. On ne connaissait précédemment, dans le midi de la France, d'autre gisement à Hyènes rayées que la grotte de Lunel-Viel (Hérault), explorée jadis par Marcel de Serres.

» Je viens de découvrir un troisième gisement à Hyènes rayées. En examinant, dans le Musée de Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées), des morceaux de brèche extraits d'une fissure de la montagne d'Es-Taliens, située aux environs de cette ville, j'ai remarqué trois mâchoires d'Hyènes [1].

---

[1] M. Charles Frossard, qui dirige ce Musée comme représentant de la Société

J'ai reconnu qu'elles appartiennent, comme les restes de Montsaunès, à de grandes Hyènes rayées.

» Dans les autres morceaux de brèche d'Es-Taliens, j'ai reconnu des restes d'un grand Bovidé, de Cerf élaphe et d'un petit ruminant.

» Le gisement d'Es-Taliens est situé à l'altitude de 800m. Je ne connais, dans le midi de la France, qu'un seul gisement quaternaire plus élevé : c'est la grotte de Lestélas (Ariège), située à l'altitude de 900m, où M. Miquel et moi avons recueilli surtout des restes d'Ours et de Marmottes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les phosphorites quaternaires de la région d'Uzès.* Note de M. **Charles Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le vaste plateau de calcaire urgonien qui s'étend depuis Uzès jusque non loin du Rhône, en face d'Avignon, est remarquable par l'abondance des poches à phosphate de chaux que l'on y rencontre. Ces poches ont donné lieu à des exploitations industrielles dans les environs de Tavel, de Saint-Maximin, de Pouzilhac. M. Nicolas, d'Avignon, plein de zèle pour les progrès de la géologie de sa région, a bien voulu attirer mon attention sur ces gisements, me conduire sur les lieux et enfin recueillir les matériaux qui m'ont permis d'étudier l'âge et les conditions géologiques de ces dépôts phosphatés.

» Il y a lieu de distinguer, sur le plateau d'Uzès, deux sortes de poches à phosphate de nature fort différente :

» 1° Une première catégorie a pour type le gisement activement exploité par M. Jouve auprès de La Capelle. Ici le calcaire urgonien est raviné en grandes poches profondes (60m) dans lesquelles ont pénétré des sables grossiers, à grains de silex et à petits nodules phosphatés de consistance crayeuse; il y a, en outre, des blocs de silex urgoniens décalcifiés, avec moules internes de *Requienia*, de *Monopleura*, etc.; mais il n'existe ici aucune trace d'ossements de Vertébrés. Dans les environs du gisement principal exploité près de La Capelle, on trouve encore quelques autres amas moins importants de ces graviers phosphatés.

» L'analogie d'aspect des graviers phosphatés de La Capelle avec ceux

---

Ramond, a bien voulu me confier ces échantillons, que j'ai pu ainsi dégager de leur gangue et étudier à loisir.

du *Gault* de Clansayes ne laisse place qu'aux deux hypothèses suivantes : ou bien ces graviers sont du *vrai Gault, tout à fait discordant sur l'Urgonien,* ou bien ils sont le *produit d'un remaniement des graviers du Gault* à une époque géologique plus récente et indéterminée. La présence de fragments phosphatés d'Ammonites du Gault qui sont disséminés çà et là sur le plateau urgonien, l'absence de stratification des poches, la présence au sein des graviers de blocs anguleux urgoniens et parfois de gros nodules concrétionnés de phosphate presque pur, rendent la dernière hypothèse beaucoup plus vraisemblable.

» 2° La seconde catégorie de gisements remplit des crevasses plus étroites et plus irrégulières, parfois profondes de 20^m à 30^m, qui sillonnent en tous sens le plateau urgonien et qui ont été exploitées surtout à Tavel, à La Capelle et à Saint-Maximin. Ces fentes sont remplies d'un dépôt argilo-calcaire rougeâtre, plus ou moins ferrugineux, plus riche en phosphate que les graviers précités. Le phosphate affecte souvent une allure concrétionnée, stalagmitique, *identique aux phosphorites du Quercy*. Comme dans le Lot, on y trouve en abondance, vers la partie supérieure des poches, des ossements et des dents de Vertébrés, dont les arêtes ne présentent aucune trace de dissolution.

» L'extrême analogie de ces poches phosphatées à ossements avec les phosphorites du Quercy m'a fait songer à rechercher l'origine du phosphate dans une dissolution lente des calcaires encaissants. Mais l'analyse de ces calcaires urgoniens n'a donné que des traces à peine pondérables d'acide phosphorique, tandis que les calcaires du Quercy ont présenté aux analyses de Dieulafait jusqu'à 3 pour 100 d'acide phosphorique. Je suis donc porté à considérer la dissolution des calcaires urgoniens par les eaux de pluie comme insuffisante pour expliquer la formation des poches phosphatées de la région d'Uzès et à *rechercher la source première du phosphate, pour ce cas particulier, dans le lessivage du Gault,* qui a autrefois recouvert le plateau urgonien, comme le témoignent de nombreux fragments d'Ammonites de ce terrain demeurées en place.

» Quoi qu'il en soit de cette délicate question d'origine du phosphate, il est certain que l'âge de formation de ces poches est assez récent. J'ai pu étudier une grande quantité d'ossements recueillis dans les poches de Tavel et de La Capelle, et y reconnaître la faune suivante :

» 1° *Equus aff. Stenonis* Cocchi. La forme de la presqu'île d'émail interne des molaires supérieures indique un Cheval intermédiaire entre l'*E. Stenonis* pliocène et l'*E. caballus* actuel, mais bien plus voisin du premier.

» 2° *Cervus capreolus* L. Très commun.

» 3° *Cervus,* taille de l'Elaphe.

» 4° *Bœuf* ou *Bison,* de grande taille.

» 5° *Felis leo,* race *spelæa.* Représenté par un tibia et une première phalange, un peu plus petits que ceux du Lion.

» 6° Débris de molaires de *Rhinoceros* indéterminables.

» 7° Fragments de grands os, indiquant la présence d'un Proboscidien, dont le genre ne peut être déterminé.

» L'âge de cette faune se rapporte, à n'en pas douter, au quaternaire le plus ancien, ou à la limite extrême du pliocène, comme semble l'indiquer l'affinité du Cheval de ces phosphorites avec l'*Equus Stenonis* du pliocène supérieur. La contemporanéité de ces animaux et du dépôt de phosphorite est également tout à fait certaine, car la plupart des dents sont revêtues d'un enduit stalagmitique phosphaté postérieur à la pénétration des ossements dans les crevasses.

» La formation de phosphorites, tout à fait analogues aux phosphorites oligocènes du Quercy, mais datant seulement du début du quaternaire, est un fait nouveau qui m'a paru digne d'être signalé à l'attention des géologues. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Anémomètre à indications électriques multiples et orientation automatique,* de M. **Jules Richard**, présenté par M. J. Janssen.

« Cet anémomètre présente quelques dispositions nouvelles qui lui assurent un meilleur fonctionnement.

» L'anémoscope central a pour effet d'orienter l'axe transversal qui porte les deux anémomètres mesureurs des composantes horizontale et verticale, de façon que ces anémomètres ne puissent se nuire en se masquant.

» Les ailettes de l'anémomètre qui donne la composante horizontale sont formées par des portions de cylindre, disposition due au R. P. Dechevérens, et qui paraît donner d'excellents résultats.

» Une disposition nouvelle, qui assure aux contacts électriques une durée suffisante pour actionner les électro-aimants, tout en les affranchissant de ces prolongations de contacts qui épuisent inutilement les piles. En outre, le contact est franc et unique pendant sa durée.

» Il faut signaler encore la suppression de deux fils sur sept qui existent

dans les câbles des appareils similaires construits jusqu'ici. Cette simplification aura surtout de l'intérêt quand il s'agira de transmissions à grandes distances.

» Cet anémomètre est destiné au nouvel observatoire qui vient d'être érigé à l'île de Jersey par le R. P. Decheverens. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 janvier 1895.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de Missions en France et à l'étranger. Treizième année. N° 7. Paris, Imprimerie nationale, novembre 1894; 1 vol gr. in-8°.

L'Anthropologie. Tome V. N° 6. Novembre-décembre 1894. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. 1894. Directeur : M. Joseph Vinot. 1 vol. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 20 décembre 1894. 1 fasc gr. in-8°.

Guérison radicale de la syphilis, par le Dr J.-F. Larieu. Bourges, Tardy-Pigelet, 1894; 1 br. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Agriculture de France. Novembre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. 1er janvier 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. 1894. Séances des 7 et 21 décembre 1894. Paris; 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome II. N° 2. Saint-Pétersbourg, 1894; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 5e série. Volume I. N° 4. 1894. Décembre. Saint-Pétersbourg, 1894; 1 vol. in-4°.

Ascensioni rette determinate simultaneamente a Capodimonte ed a Cordoba (Republica Argentina), par A. Nobile. Napoli, 1894; 1 br. in-4°.

Ueber Action und Reaction einer Flüssigkeit, von Ingenieur Ignaz Dickl. Linz, I. Wimmer; 1 br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 janvier 1895.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences le 28 décembre 1874. Décembre 1894. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin mensuel de la Société astronomique de France. Janvier 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. N° 1. Janvier-février 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Année 1894. N° 8. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 janvier 1895. N° 1. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Séances et Bulletin bibliographique de la Société entomologique de France. N° 20. Paris, 1894; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 1. Séance du 8 janvier 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. N° 1. 1er janvier 1895; 1 fasc. in-4°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Cinquième série. Tome VI. Bordeaux, J. Durand, 1893; 1 vol. gr. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1895. Bruxelles, F. Hayez; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Cinquième série. Volume I. N° 4. Décembre 1894. Saint-Pétersbourg, 1894; 1 vol. in-4°.

Institution of mechanical engineers. Proceedings. July 1894 : *Manchester meeting*. Westminster, S. W.; 1 vol. in-8°.

Catalog der Astronomischen Gesellschaft. Leipzig, 1894; 1 vol. in-4°.

Centenarul liu Lavoisier, 1794-1894. Bucuresci, Carol Göbl, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

ERRATA AU TOME CXIX.

—

(Séance du 24 décembre 1894.)

Note de M. *Villiers*, Sur les sulfures métalliques :

Page 1210, ligne 26, *au lieu de* la production *lisez* la proportion.

Note de M. *N. Wedensky*, Des différences fonctionnelles entre le muscle normal et le muscle énervé :

Page 1232, ligne 17, *au lieu de* sans, *lisez* sous.

(Séance du 31 décembre 1894.)

Note de M. *Villiers*, Sur les sulfures de nickel et de cobalt :

Page 1264, ligne 28, *au lieu de* sulfhydrate d'ammoniaque, *lisez* sulfhydrate de sulfure.

Note de MM. *H. Parenty* et *E. Grosset*, Sur la préparation industrielle et les propriétés de la nicotine :

Page 1273, ligne 23, *au lieu de* 40 pour 100 de nicotine, *lisez* 47 pour 100 de nicotine.

Page 1275, ligne 1, *au lieu de* M. Hourmel, *lisez* M. Hommel.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1895.

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile variable β de Persée* (Algol).
Note de M. F. TISSERAND.

« I. Algol est une des étoiles variables les plus intéressantes; elle diminue de la deuxième à la quatrième grandeur dans le court intervalle de quatre heures, remonte dans le même temps à la deuxième grandeur, puis conserve un éclat constant pendant soixante heures environ.

» Les minima de l'étoile ont été déterminés depuis plus d'un siècle, par des comparaisons avec les étoiles voisines. Ces minima se suivent avec une régularité remarquable, on peut dire chronométrique, si bien qu'Arago, dans sa Notice de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1842, avait dit que l'on pourrait presque se servir des phases d'Algol, comme des éclipses des satellites de Jupiter, pour déterminer la vitesse de la lumière. Ces variations de lumière ont été attribuées dès l'origine aux éclipses produites

par un corps obscur de dimensions comparables à celles de l'étoile principale autour de laquelle il circule en soixante-neuf heures.

» M. E.-C. Pickering a déterminé l'orbite circulaire, et montré qu'elle explique bien les variations d'éclat dans le cours de chaque éclipse, telles que Schönfeld les a déduites de plus de dix années d'observations. Cette hypothèse a été confirmée depuis par l'analyse spectrale; M. Vogel a prouvé, en effet, que la vitesse radiale d'Algol éprouve des variations dont la période est la même que celle de l'éclat.

» II. M. Chandler, qui s'est beaucoup occupé d'Algol dans ces dernières années, a trouvé que les époques des minima présentent une petite irrégularité systématique : en les calculant, en effet, avec une période uniforme, on constate, entre la théorie et l'observation, des différences qui vont presque à trois heures en plus ou en moins. Pour faire disparaître ces écarts, il faut introduire un terme périodique; on a alors la formule

$$(1) \qquad \begin{aligned} t &= t_0 + i\mathrm{T} + 173^{\mathrm{m}} \sin(202^\circ,5 + 2^\circ,55\,t), \\ t_0 &= 1888 \text{ janv. } 3.\ 7^{\mathrm{h}}30^{\mathrm{m}}50^{\mathrm{s}} \text{ (t. m. de Paris)}, \\ \mathrm{T} &= 2^{\mathrm{j}}\,20^{\mathrm{h}}48^{\mathrm{m}}55^{\mathrm{s}},425; \end{aligned}$$

t est l'époque du $i^{\text{ième}}$ minimum; sous le signe sinus, t est exprimé en années. La période de l'inégalité indiquée par l'observation est d'environ 140 ans. Quelle peut en être la cause?

» M. Chandler suppose qu'Algol et son compagnon obscur tournent en 140 ans autour d'un troisième corps situé à une distance égale à peu près à celle d'Uranus au Soleil; la lumière emploierait 173^{m} à franchir le rayon de cette orbite, et la loi des retours des éclipses serait bien représentée par la formule (1). Il a cherché ensuite à mettre cette orbite en évidence, par les variations du mouvement propre d'Algol. Mais la preuve de ce déplacement est difficile à faire; elle repose en effet sur la comparaison très délicate des divers catalogues d'étoiles, et M. Bauschinger, reprenant tout récemment la question (*Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, 29e année), arrive à conclure que les irrégularités supposées dans le mouvement propre d'Algol n'existent pas.

» III. En supposant cette critique décisive, il resterait à trouver une autre cause de l'inégalité (1). Je pense qu'on peut l'expliquer très simplement, en admettant l'existence d'un seul satellite obscur, l'ellipticité de son orbite, et un faible aplatissement de l'étoile principale. Cet aplatissement ferait tourner le grand axe de l'orbite d'un mouvement direct et

uniforme, et la longitude du périastre à l'époque t aurait pour expression

(2) $$\left\{\begin{array}{l} \varpi = \varpi_0 + \varpi_1 t, \\ \varpi_1 \text{ étant fourni par la relation} \\ \varpi_1 = nJ\dfrac{m_0}{m_0+m}\dfrac{R^2}{a^2}, \qquad J = \varepsilon - \frac{1}{2}\chi; \end{array}\right.$$

n désignant le moyen mouvement du satellite, a le demi grand axe de son orbite, m sa masse, R le rayon équatorial d'Algol, m_0 sa masse, ε son aplatissement superficiel et χ le rapport de la force centrifuge équatoriale à la pesanteur. J'admettrai, du reste, que l'orbite soit située dans le plan de l'équateur d'Algol.

» Soient OP et OT l'axe de rotation et de révolution d'Algol, et le rayon mené de cette étoile à la Terre, $90°-\varphi$ l'angle POT; prenons OT pour axe des x, et faisons passer le plan des xz par OP. Soient v et ϖ les longitudes du satellite et du périastre, comptées à partir de Ox; D la distance des centres des deux étoiles, projetée sur le plan des yz; p le paramètre et e l'excentricité de l'orbite. On trouve sans peine

(3) $$D = p\frac{\sqrt{1-\cos^2\varphi\cos^2 v}}{1+e\cos(v-\varpi)};$$

l'angle φ n'est guère que de 3°; $\sin^2\varphi$ est donc petit. L'éclat minimum d'Algol correspondra au minimum de D, car le petit aplatissement que nous trouverons bientôt n'empêche pas de supposer que, sur le plan des yz, Algol est représenté par un cercle de rayon R, et le satellite par un cercle de rayon R'.

» Le maximum de la portion de surface retranchée du premier cercle par le second répond au minimum D_0 de D. Ce dernier minimum répondra à la valeur de v fournie par l'équation

$$\sin v(\cos^2\varphi\cos v + e\cos\varpi) = e\sin^2\varphi\cos v\sin\varpi.$$

» Le second membre est très petit, en raison du facteur $e\sin^2\varphi$, et nous pouvons prendre pour les divers minima

(4) $$v = 2i\pi, \qquad D_0 = \frac{p\sin\varphi}{1+e\cos\varpi}.$$

On a, en désignant par l la longitude moyenne,

$$v = l + 2e\sin(l-\varpi), \qquad l = v - 2e\sin(v-\varpi).$$

Donc, pour les minima, il viendra

$$l = nt + c = 2i\pi + 2e \sin \varpi.$$

On en conclut

$$t = t_0 + i\mathrm{T} + \frac{\mathrm{T}}{\pi} e \sin \varpi,$$

ou bien, en remplaçant ϖ par sa valeur (2),

$$(5) \qquad t = t_0 + i\mathrm{T} + \frac{\mathrm{T}}{\pi} e \sin(\varpi_0 + \varpi_1 t).$$

» Cette formule deviendra identique à (1), si l'on pose

$$(6) \qquad \frac{\mathrm{T}}{\pi} e = 173^{\mathrm{m}}, \qquad e = 0,132, \qquad \varpi_0 = 205^{\circ},5, \qquad \varpi_1 = 2^{\circ},55.$$

On obtient donc ainsi avec la plus grande facilité l'excentricité de l'ellipse ($\frac{1}{8}$ environ) et la position du périastre à une époque quelconque.

» IV. Si l'on égale les valeurs (2) et (6) de ϖ_1, on trouve

$$\varepsilon - \tfrac{1}{2}\chi = \frac{m_0 + m}{m_0} \frac{a^2}{\mathrm{R}^2} \frac{2,55}{365,25\,n}.$$

» En prenant

$$\frac{m}{m_0} = \tfrac{1}{2}, \qquad \frac{a}{\mathrm{R}} = 5, \qquad n = 126^{\circ},5,$$

on obtient

$$\varepsilon - \tfrac{1}{2}\chi = \tfrac{1}{480}.$$

» En supposant Algol homogène, on aurait $\varepsilon = \frac{5}{4}\chi$; par suite, $\varepsilon = \frac{3}{288}$; c'est un aplatissement modéré, comparable à celui de la Terre. On aura, dans le cas de l'homogénéité, d'après un théorème de Clairaut,

$$\varepsilon = \tfrac{5}{4}\chi(1 - u), \qquad 0 < u < \tfrac{3}{5};$$
$$\varepsilon = \frac{5 - 5u}{3 - 5u} \frac{1}{480}; \qquad \varepsilon > \frac{1}{288}.$$

» Si l'on adopte la valeur $u = \frac{3}{10}$, moyenne entre les deux limites, il vient $\varepsilon = \frac{1}{206}$.

» Il reste à voir si les valeurs adoptées ci-dessus pour e et ϖ ne modifient pas sensiblement la loi trouvée pour les éclats d'Algol par l'observation.

» En premier lieu, l'expression (4) de D_0 variera entre les limites

$$\frac{p \sin \varphi}{1 - e} = 1,15\,\mathrm{D}_0^0 \qquad \text{et} \qquad \frac{p \sin \varphi}{1 + e} = 0,88\,\mathrm{D}_0^0, \qquad \mathrm{D}_0^0 = p \sin \varphi;$$

il n'en résultera qu'une variation assez faible de l'éclat minimum, et dans la longue période de 140 ans.

» Voyons en second lieu quel est le dérangement introduit dans les phases de l'éclipse, et notamment dans sa durée. En désignant par R' le rayon du satellite, on a, pour le commencement et la fin de l'éclipse, en ayant égard à la formule (3),

$$D = R + R'; \qquad \frac{R + R'}{p} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi \cos^2 v}}{1 + e\cos(v - \varpi)}.$$

» Si l'on pose

$$\frac{R + R'}{p} = \sqrt{1 - \cos^2\varphi \cos^2 v_1},$$

on aura, en négligeant e^2 et $e\sin^2\varphi$,

$$\sin^2 v_1 - \sin^2 v = -2e\sin^2 v \cos(v - \varpi);$$

d'où

$$v'' = -v_1 - e\tang v_1 \cos(v_1 + \varpi), \qquad \text{commencement de l'éclipse,}$$
$$v' = +v_1 + e\tang v_1 \cos(v_1 - \varpi), \qquad \text{fin de l'éclipse.}$$

» On a d'ailleurs, en désignant par τ'' et τ' les intervalles compris entre ces phases et le minimum,

$$l_0 = 2e\sin\varpi,$$
$$v'' = l_0 - n\tau'' + 2e\sin(l_0 - n\tau'' - \varpi) = -v_1 - e\tang v_1 \cos(v_1 + \varpi),$$
$$v' = l_0 + n\tau' + 2e\sin(l_0 + n\tau' - \varpi) = +v_1 + e\tang v_1 \cos(v_1 - \varpi).$$

» On en conclut sans peine

$$\left.\begin{aligned} n(\tau' + \tau'') &= 2v_1 - 2e\cos\varpi\sin v_1 \\ n(\tau' - \tau'') &= \frac{8e\sin\varpi\sin^4\frac{v_1}{2}}{\cos v_1} \end{aligned}\right\} \quad v_1 = 23^\circ.$$

» On trouve

$$\tau' - \tau'' = 0^m,75,$$

donc négligeable. Mais, la durée $2\tau = \tau' + \tau''$ de l'éclipse varie notablement; il vient, en effet,

$$2\tau = \text{const.} - 1^h,13\cos\varpi.$$

» Si l'on calcule ϖ par la formule (2), on trouve que 2τ augmente de

$1^h,63$ de 1800 à 1864, époques moyennes des observations de Wurm et de Schönfeld. Or, le premier de ces astronomes donne $2\tau = 6^h,5$, et le second, $2\tau = 9^h,0$; la variation observée dans la durée concorde assez bien avec la variation calculée, et c'est une vérification de notre hypothèse. On aurait un autre contrôle précieux en déterminant la vitesse radiale d'Algol pour une série d'époques à peu près équidistantes, de quatre heures par exemple, à partir du minimum, et voyant si toutes ces données de l'observation sont bien représentées par les valeurs de e et ϖ données ci-dessus.

» M. Chandler a obtenu pour U Ophiuchus et U Céphée, deux étoiles variables de la classe d'Algol, des inégalités périodiques qui s'expliqueraient de la même manière. »

CHIMIE. — *Sur l'acier au bore.* Note de MM. **H. Moissan** et **G. Charpy.**

« L'étude d'une combinaison du fer avec de petites proportions de bore présente un grand intérêt au point de vue pratique et théorique. Les analogies qui existent en effet entre le carbone et le bore et leur différence de volume atomique rendaient en particulier ces expériences intéressantes en ce qui concerne les théories actuellement proposées sur la constitution des aciers.

» M. Osmond [1] a étudié, par la méthode du refroidissement, un fragment de fer fondu dans le vide avec du bore adamantin, mais il ne donne pas l'analyse du métal ainsi obtenu; il conclut que le bore agit sur le fer comme le carbone en abaissant les points critiques et par suite en facilitant la trempe. Au contraire, M. Arnold, reprenant cette question, n'a pu constater l'existence du bore dans du fer fondu en présence du bore adamantin ; il estime que les deux corps ne sont pas susceptibles de se combiner dans les mêmes conditions que le fer et le carbone.

» Nous avons pu préparer un alliage de fer avec une faible proportion de bore de la façon suivante : du bore amorphe pur, chauffé avec du fer réduit dans un tube traversé par un courant d'hydrogène, a donné une fonte borée contenant environ 10 pour 100 de bore; ce borure de fer a été ajouté à

---

(1) Osmond, *Sur le rôle de certains corps étrangers dans les fers et les aciers* (*Comptes rendus,* t. CX, p. 242; 1890).

de l'acier extra-doux préalablement fondu [1]. Après une deuxième fusion, on a obtenu un lingot de plus de 2^{kg} d'un alliage répondant à la composition suivante :

Bore	0,580
Carbone	0,17
Manganèse	0,30
Silicium, phosphore, soufre	traces.

» Ce métal a pu être laminé sous forme de barre cylindrique; il se forge aisément au rouge sombre, mais s'émiette sous le marteau s'il est trop fortement chauffé. D'une manière générale, il se travaille à peu près comme l'acier doux.

» *Essais par la méthode du refroidissement.* — La courbe des vitesses de refroidissement aux différentes températures présente un point critique indiquant un dégagement de chaleur très marqué vers 1140°. On trouve également des points critiques, à peine indiqués, à 1040°, 830°, 730° et 660°. Ces trois derniers points semblent correspondre aux points a_1, a_2, a_3 que l'on rencontre d'ordinaire dans les aciers doux à des températures légèrement supérieures; mais ils sont beaucoup moins nets dans l'acier au bore.

» Le point de 1140° rappelle par son intensité le point correspondant à la recalescence dans les aciers durs; nous l'avons retrouvé d'ailleurs dans divers échantillons de fonte au bore et de borure de fer tenant jusqu'à 10 pour 100 de bore. L'étude des courbes de refroidissement permet de constater nettement le déplacement du carbone par le bore signalé par l'un de nous dans une Note précédente. Le point de 670°, très accusé dans la fonte ordinaire au carbone, disparaît presque complètement après une fusion en présence du bore et se trouve remplacé par le point de 1140°.

» *Essais mécaniques.* — Des barrettes de 2^{mm} d'épaisseur environ ont été découpées dans le métal et trempées à l'eau après avoir été chauffées à différentes températures. Dans ces barrettes, on a ensuite découpé des éprouvettes de traction de 4^{mm} sur 2^{mm} et 90^{mm} de longueur entre repères. Ces éprouvettes ont été essayées sans subir aucun recuit. Le Tableau suivant donne les résultats obtenus ainsi que ceux relatifs à deux aciers au

---

[1] Cette opération a été effectuée à l'usine Saint-Jacques de Montluçon, grâce à l'obligeance de M. Léon Lévy, directeur des forges de Châtillon et Commentry, auquel nous sommes heureux d'adresser nos remercîments.

carbone traités d'une façon identique et qui nous ont servi de termes de comparaison :

	Acier au bore.		Acier à 0,07 de C.		Acier à 0,37 de C.	
	Charge de rupture.	Allongement après rupture.	Charge de rupture.	Allongement après rupture.	Charge de rupture.	Allongement après rupture.
	kg	p. 100.	kg	p. 100.	kg	p. 100.
Forgé et recuit..	46	11	33,4	22,7	55,3	16,1
Trempé à 800°...	85,6	5,1	34,8	15,2	92,4	2,7
» à 900°...	120	2,7	42,5	13,5	117,4	1,7
» à 1100°..	129,5	3,1	»	»	»	»
» à 1200°..	92,3	0,9	»	»	»	»

» On voit qu'au point de vue de l'élévation de la charge de rupture par la trempe, l'acier au bore se comporte comme un acier au carbone notablement plus dur, et la diminution de l'allongement est moins marquée qu'avec ce dernier.

» Mais il est surtout remarquable que la dureté de l'acier au bore n'augmente pas sensiblement par la trempe; les éprouvettes, qui ont donné 120^{kg} et 137^{kg}, par millimètre carré, à la traction, ont pu être découpées à la lime aussi facilement que les éprouvettes non trempées; pour l'acier à 0,37 pour 100 de carbone, au contraire, les éprouvettes trempées n'ont pu être façonnées qu'à la meule d'émeri, la lime se trouvant impuissante à les attaquer.

» *Conclusions.* — D'après ces essais, on voit que le bore communique au fer la propriété de prendre la trempe, mais une trempe spéciale correspondant à une élévation de la charge de rupture sans augmentation sensible de la dureté. Son rôle est donc nettement distinct de celui du carbone. Ces résultats démontrent aussi combien il est nécessaire, dans les théories relatives à la trempe, de définir d'une façon précise les transformations obtenues, au moyen d'essais mécaniques variés. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Morphologie du système lymphatique. De l'origine des lymphatiques dans la peau de la Grenouille;* par M. **L. Ranvier.**

« L'origine des vaisseaux lymphatiques est encore fort discutée, bien que l'on admette généralement que cette origine est dans le tissu conjonctif. Pour les uns, il faudrait la chercher dans un système de canaux

distincts, auxquels conviendrait une désignation spéciale; pour les autres, l'espace cloisonné que forme le tissu conjonctif dans son ensemble serait une dépendance des cavités lymphatiques.

» Il m'a semblé qu'une étude méthodique du système lymphatique de la Grenouille devrait apporter quelque lumière à cette question controversée. Je pense même que des observations sérieuses autorisent, dès aujourd'hui, à comprendre les origines du système lymphatique d'une manière plus simple et plus rationnelle qu'on ne le fait d'habitude. Mais il est inutile de poursuivre cette discussion; mieux vaut laisser parler les faits.

» Je dois dire tout d'abord que, chez les mammifères, il y a des vaisseaux lymphatiques de deux ordres : les capillaires lymphatiques et les troncs lymphatiques.

» Les capillaires lymphatiques n'ont pas de valvules, et leur paroi est formée simplement de cellules endothéliales dont les bords sont denticulés. Les troncs lymphatiques, au contraire, ont des valvules, une paroi conjonctive distincte, dans laquelle on observe le plus souvent des cellules musculaires, et leur endothélium est constitué par des cellules fusiformes, aplaties, semblables à celles de l'endothélium des veines.

» Les valvules des troncs lymphatiques formant des soupapes qui s'ouvrent de la périphérie au centre, il en résulte que l'on ne saurait injecter ces vaisseaux du centre à la périphérie; c'est bien connu.

» Au contraire, les capillaires lymphatiques étant dépourvus de valvules, on conçoit qu'un liquide introduit sous pression dans un département quelconque du réseau que forment ces capillaires puisse se répandre indifféremment dans toutes les directions. Si l'on suppose ce liquide assez pénétrant et la pression convenablement ménagée, rien n'empêche d'admettre qu'on ne puisse remplir d'un seul coup tout le réseau lymphatique de la peau, depuis le sommet de la tête jusqu'à la plante des pieds. Évidemment, on rencontrerait dans cette opération anatomique des difficultés de technique tellement grandes que le succès paraît impossible. En outre, le liquide injecté remplirait à mesure tous les troncs lymphatiques qui partent du réseau capillaire, puis le canal thoracique et la grande veine lymphatique, ensuite les veines et tout l'appareil vasculaire sanguin.

» Ces difficultés n'existent pas chez les Grenouilles. En effet, les vaisseaux lymphatiques de ces animaux n'ont pas de valvules, à l'exception, bien entendu, de celles qui se trouvent à l'orifice veineux des quatre cœurs lymphatiques. Il en résulte que le système lymphatique des Grenouilles correspond non pas au système lymphatique tout entier des mammifères, mais

seulement à la portion de ce système auquel il convient de réserver le nom de *capillaires lymphatiques*. Cette comparaison devait conduire à essayer d'injecter les lymphatiques de la Grenouille, du centre à la périphérie, par un procédé analogue à celui que l'on emploie pour injecter les capillaires sanguins.

» J'engage les anatomistes qui voudront répéter mes observations à employer comme liquide d'injection le bleu de Prusse additionné d'une faible quantité de gélatine. Le bleu de Prusse liquide est précipité par la lymphe; la gélatine entrave la précipitation et rend, par conséquent, l'injection plus pénétrante.

» L'injection des lymphatiques de la peau est une opération fort simple. Après avoir fait au haut de la cuisse une incision circulaire, on détache la peau de la jambe. On la retourne ensuite, comme on ferait d'un doigt de gant, de manière à ramener l'épiderme en dehors, puis on applique une ligature à l'une des extrémités du manchon ainsi obtenu et on introduit la masse d'injection par l'autre extrémité. Il faut que le tout soit porté à la température de 36°. Ces indications suffiront à tous ceux qui sont exercés à la pratique de l'histologie; il n'est donc pas nécessaire de les développer.

» Les lymphatiques de la peau débouchent dans les sacs sous-cutanés par des orifices très nombreux. Dans mes préparations de la peau, disposée à plat, la face interne en haut, on les voit, au microscope, partir des orifices que je viens de signaler, plonger, pour ainsi dire, dans l'épaisseur du tégument jusqu'au voisinage des glandes où ils se divisent pour donner naissance à un réseau dont les mailles ont à peu près l'étendue de celles des capillaires sanguins.

» Cependant, si l'on compare le réseau capillaire lymphatique au réseau capillaire sanguin, également injecté de bleu de Prusse, on est bien vite frappé des différences qu'ils présentent. Les différences sont encore plus saisissantes lorsque l'on examine au microscope des préparations dans lesquelles les vaisseaux sanguins sont injectés de gélatine carminée, tandis que les lymphatiques sont remplis de la masse bleue. Les capillaires du système sanguin se montrent avec le contour régulier qu'on leur connaît, les bords des lymphatiques paraissent, au contraire, formés d'une ligne tremblée.

» Je dois ajouter que le réseau lymphatique n'a pas la régularité du réseau capillaire sanguin. En outre des mailles principales, dont l'étendue paraît subordonnée au diamètre des glandes de la peau, on y observe des mailles plus étroites, minuscules pour ainsi dire, comme il s'en montre

dans tous les réseaux lymphatiques, quels qu'ils soient; je veux dire dans les divers organes et chez les différentes espèces animales. On y voit aussi des culs-de-sac latéraux, comme il y en a également dans les réseaux lymphatiques en général.

» Il est encore un autre fait que l'on peut reconnaître dans les injections doubles de la peau de la Grenouille : les lymphatiques sont placés sur un plan plus profond que les capillaires sanguins. Ce fait rentre dans une loi que j'espère établir dans de prochaines publications. Les lymphatiques, que les anatomistes croient si superficiels, sont toujours placés plus profondément que les vaisseaux sanguins qui leur correspondent, et cela se comprend puisque les lymphatiques ont pour fonction de recueillir ce qui n'a pu être absorbé par les vaisseaux sanguins.

» Voilà donc, dans la peau de la Grenouille, des lymphatiques qui prennent naissance dans un réseau de capillaires limités, comparable au réseau des capillaires sanguins. Les capillaires lymphatiques qui forment ce réseau ont, en effet, à peu près le même diamètre que les capillaires sanguins. Si l'on y introduit des liquides colloïdes, sous une pression supérieure à la résistance de leur paroi, il se produit, autour des uns et des autres, des taches de diffusion, mais jamais il ne s'injecte de système régulier de canaux d'une grande finesse, comme le supposait Bichat, et comme l'ont admis, sur des preuves insuffisantes, un grand nombre d'anatomistes célèbres, dont je me garderai bien de faire la critique, parce que l'on pourrait me reprocher de les avoir suivis. Ils sont excusables. La doctrine de Bichat était bien séduisante.

» Parmi les théories qui ont été émises au sujet de l'origine des lymphatiques dans le tissu conjonctif, celle qui a eu le plus grand retentissement, celle qui a encore aujourd'hui le plus de partisans, en Allemagne surtout, suppose que le tissu conjonctif est creusé de canaux d'une minceur extrême constituant les racines du système lymphatique. Cette théorie est née de l'observation de la cornée de la Grenouille imprégnée négativement par le nitrate d'argent. Or, chose bien curieuse, il y a, dans la peau de la Grenouille, une couche qui occupe plus de la moitié de l'épaisseur du tégument de cet animal et dont la structure est celle de la cornée. Le nitrate d'argent y dessine des images négatives semblables à celle de la cornée. Elle est formée de lames fibrillaires superposées et croisées à angle droit, comme celles de la cornée. J'ai l'habitude de désigner cette couche sous le nom de *couche cornéenne* de la peau. Les vaisseaux sanguins et lymphatiques la traversent pour gagner la couche glandulaire, située

plus superficiellement, et jamais ils n'y envoient de ramifications. Elle ne contient donc ni capillaires sanguins, ni capillaires lymphatiques. Ces derniers ne sauraient donc y prendre leur origine. Tout cela se reconnaît sans peine, dans des coupes transversales de la peau, après la double injection. On y voit aussi que les capillaires sanguins sont sur les côtés des glandes cutanées qui, chez la Grenouille, sont de trois espèces (les glandes séreuses, les glandes muqueuses et les glandes à venin) et que les capillaires lymphatiques, également compris entre les glandes, sont plus profonds que les capillaires sanguins. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la perforation des plaques de blindage.* Note de M. **E. Vallier.**

« On traite généralement la question de la perforation des plaques de blindage par des formules purement empiriques. Depuis que l'acier est employé dans cette fabrication, avec des améliorations toujours nouvelles, la question est devenue fort complexe : voici comme je crois pouvoir la présenter aujourd'hui.

» En 1892, M. Weaver a proposé un nouveau type de formule, reposant sur des observations spécialement faites d'après l'aspect des plaques après perforation.

» Autour du trou fait par le projectile se manifeste une auréole de métal oxydé, visible également sur l'arrière de la plaque, et dont le rayon est environ le triple de celui du projectile. Appelant R ce rayon, on considère le travail dépensé comme proportionnel au volume cylindrique ayant pour base l'auréole en question et pour hauteur l'épaisseur ε de la plaque, c'est-à-dire que l'on a

$$pV^2 = KR^2\varepsilon,$$

p étant le poids et V la vitesse du projectile, et K une constante spéciale à la plaque.

» $E = pV^2$ est ce que l'on appelle l'*énergie balistique* du projectile.

» L'expérience m'a conduit à modifier légèrement la valeur donnée pour R par M. Weaver, et à écrire

$$R = 3{,}125a \times 10^{0{,}0006(\varepsilon - a)},$$

l'épaisseur ε de la plaque, comme le diamètre a du projectile, étant évalués en millimètres.

» On a alors, pour la perforation des plaques en acier doux du Creusot attaquées par des projectiles en acier durci (type Holtzer), la relation fort simple à calculer

$$(1) \qquad E_0 = 2a^2\varepsilon \times 10^{0,0012(\varepsilon-a)}.$$

» Cette formule, comme celles qui vont suivre, suppose la plaque saine et intacte, c'est-à-dire exempte de fentes à moins de $2\frac{1}{2}$ calibres du point d'impact.

» Si l'on veut passer des conditions données ci-dessus à des plaques ou projectiles d'aciers différents, on constate de grandes variations dans les résultats.

» On peut considérer effectivement l'action mutuelle de la plaque et du projectile sous une forme

$$(2) \qquad E = E' + E'',$$

E' représentant le travail moléculaire de la plaque pendant la perforation et E'' celui du projectile.

» Dans le cas type étudié plus haut, où le projectile est retrouvé sensiblement intact après perforation, on peut prendre $E'' = 0$ et, par suite, $E' = E_0$.

» Mais si le projectile présente une moindre ténacité, il y a un travail appréciable E'' dépensé soit à le briser, soit à l'aplatir, et l'on écrit alors

$$E = E_0 + E'' = E_0\left(1 + \frac{E''}{E_0}\right) = E_0 : \mu.$$

μ est ainsi une caractéristique du projectile, moindre que l'unité (égale à 1 pour le type Holtzer).

» De même, avec ce projectile type, une plaque plus ou moins résistante exigera un travail E' plus ou moins énergique et l'on aura

$$E' = E_0\lambda,$$

λ étant une caractéristique de la plaque.

» Ainsi la formule générale sera de la forme

$$(3) \qquad E = \frac{\lambda}{\mu}E_0,$$

où

$$E_0 = 2a^2\varepsilon \times 10^{0,0012(\varepsilon-a)},$$

λ et μ étant respectivement égaux à l'unité pour l'acier doux du Creusot et l'acier Holtzer.

» On peut ainsi dresser des échelles de comparaison entre les divers éléments expérimentés. Ce mode de procéder convient dans les cas où le rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ s'écarte peu de l'unité : lorsque ce rapport tend à s'élever, c'est-à-dire lorsque l'on serait conduit à des valeurs très faibles de μ, cela tient à ce que l'énergie E'' appliquée au travail moléculaire du projectile est trop considérable, ce qui se traduit expérimentalement par le bris ou l'aplatissement avant perforation.

» Ce fait s'est manifesté lorsque l'on a appliqué aux plaques d'acier le procédé Harvey, consistant à donner à la face antérieure de la plaque une dureté excessive, grâce à une surcémentation intense, obtenue en chauffant longuement cette face au contact de matières carburées, et la trempant ensuite à l'eau froide avec certaines précautions, car de cette trempe dépend en grande partie la résistance de la plaque. Ce procédé s'est actuellement imposé à toutes les marines.

» Effectivement, la résistance des plaques est ainsi notablement accrue, moins toutefois dans les plaques épaisses que dans les autres : la cémentation n'est, en effet, que superficielle, et il s'en faut que l'épaisseur de la couche durcie soit proportionnelle à celle de la plaque. Il ne semble pas que cette couche ait jamais plus d'un centimètre d'épaisseur. Dans ces conditions, l'effort supporté par le projectile à la rencontre d'une plaque Harvey se composerait d'abord d'une sorte de percussion particulière, au contact de la surface cémentée, puis d'un travail de perforation. La percussion antérieure est indépendante de l'épaisseur de la plaque, puisque celle de la couche durcie ne varie pas ; donc le terme E'' est indépendant de l'épaisseur ε, et, par suite, le facteur $\frac{1}{\mu} = 1 + \frac{E''}{E_0}$ devra décroître avec ε, toutes choses égales d'ailleurs.

» Effectivement, M. Weaver a été conduit pratiquement à une relation qui revient à poser

$$\frac{\lambda}{\mu} = 1,885 - 0,0014\varepsilon.$$

» L'expérience a montré, du reste, que, d'une manière générale, aux faibles vitesses le procédé Harvey ne donnait pas de grands avantages, non plus qu'aux très grandes, mais qu'il amenait le bris du projectile aux vitesses intermédiaires. Cette action brisante ne semble se produire que si

la pointe du projectile n'a pas le temps d'atteindre la région non surcémentée, ce qui éteindrait, en quelque sorte, les vibrations destructives. Effectivement, lorsque l'on soustrait, par l'addition d'une coiffe en métal doux, la pointe du projectile à l'action de la couche durcie, jusqu'à son arrivée au contact de la plaque en acier doux, la fragmentation est atténuée ou même évitée.

» Ainsi, la vitesse de perforation doit être envisagée à deux points de vue. Tout en satisfaisant, pour le calcul des applications, à la relation expérimentale

$$pV^2 = \frac{\lambda}{\mu} E_0, \qquad \text{où} \qquad \frac{\lambda}{\mu} = 1,885 - 0,0014\varepsilon,$$

elle doit répondre aux deux conditions suivantes :

» 1° Fournir une énergie suffisant à la perforation totale de la plaque, énergie moindre que ne le donne la relation précédente et correspondant sensiblement à $\lambda = 1,2$ seulement avec $\mu = 1$;

» 2° Mais, en outre, fournir une quantité de mouvement assez forte pour que la pointe du projectile ait traversé la couche surcémentée avant le bris de l'ogive par cette dernière. Cette condition me semble se traduire provisoirement par la formule

$$\frac{pV}{a^2} \geqq 1,5,$$

d'après les expériences faites jusqu'à ce jour. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production du ferment glycolytique.* Note de M. **R. Lépine**.

« Si l'on fait macérer deux ou trois heures à 38° C., dans 100^{cc} d'eau additionnée de $0^{gr}, 2$ d'acide sulfurique, un pancréas de chien, broyé aseptiquement aussitôt après son extraction du corps de l'animal; si, au bout de ce temps, on neutralise l'acide avec de la soude et qu'on ajoute $0^{gr}, 5$ de glucose pur; si alors on laisse 1^h à 38° C, et qu'on dose le sucre, on constate une perte, variable suivant diverses conditions, mais toujours fort sensible (de 10 à 50 pour 100 de la quantité) de sucre et en tous cas *fort supérieure* à celle que l'on peut observer en ajoutant du glucose à une macération de pancréas frais dans de l'eau non additionnée d'acide sulfu-

rique. Il est donc incontestable que, sous l'influence de l'acide et vraisemblablement par un processus d'hydratation, il s'est *produit* du ferment glycolytique, de même que, d'après M. Heidenhain, il se développe de la trypsine dans un pancréas macérant également dans une solution acidulée. — La question est de savoir quelle substance zymogène donne naissance au ferment glycolytique. Selon moi, cette substance n'est autre que la diastase saccharifiante, qui se trouve, comme on sait, si abondamment dans le pancréas. Voici plusieurs preuves à l'appui de cette opinion :

» 1° Si l'on prend de la diastase du commerce (maltine), qu'on la purifie et qu'on la fasse macérer deux ou trois heures à 38° C. dans de l'eau additionnée de 1 pour 1000 d'acide sulfurique, on constate qu'au bout de ce temps le *pouvoir saccharifiant de la solution (neutralisée) a complétement disparu et qu'elle possède en échange un pouvoir glycolytique fort notable.* En effet, si l'on ajoute à 100^{cc} de cette solution $0^{gr}, 5$ de glucose, et qu'on laisse une heure à 38° C., on trouvera au bout de ce temps une perte de sucre de 10 ou 15 pour 100 et même davantage.

» 2° Si l'on traite de la salive humaine par l'eau additionnée d'acide sulfurique au millième le résultat est semblable; le pouvoir saccharifiant de la salive a disparu et il est remplacé par un pouvoir glycolytique fort net.

» 3° On sait depuis M. Pawlow, dont les recherches ont été confirmées par M. Morat, qu'en excitant le bout périphérique du vague, on fait couler abondamment le suc pancréatique. Si, après avoir mis une canule dans le canal de Wirsung, on recueille quelques centimètres cubes de suc pancréatique, qu'on les traite par l'eau additionnée d'acide sulfurique au millième, on constate de même la disparition du pouvoir saccharifiant et l'acquisition du pouvoir glycolytique dans le liquide.

» De plus, on pourra noter ce fait remarquable que, pendant l'excitation du nerf et l'écoulement du suc pancréatique, le sang de la veine pancréatique n'a pas de pouvoir glycolytique notable, c'est-à-dire que ce sang ne détruit pas une quantité bien sensible soit de son propre sucre, soit de celui qu'on y ajoute, tandis que le pouvoir glycolytique de ce sang devient considérable dans les heures consécutives, alors que l'écoulement du suc pancréatique est nul. Je reviendrai ultérieurement sur ce curieux balancement entre la sécrétion *externe* et la sécrétion *interne* du pancréas, dont j'ai constaté la réalité dans plus de vingt expériences.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que les expériences dont il vient d'être

question ont été faites dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Je noterai, en particulier, qu'une goutte de macération acide du pancréas, transportée dans du bouillon, reste stérile ([1]). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Rollet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Herrgott obtient	32 suffrages
M. Laveran »	6 »

Il y a quatre bulletins blancs.

M. **Herrgott**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Kummer*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres appartenant aux Sections de Sciences mathématiques, trois Membres appartenant aux Sections de Sciences physiques, et le Président en exercice.

MM. **Bertrand**, **Hermite**, **Tisserand**, **Berthelot**, **Daubrée**, **Van Tieghem** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Duponchel** soumet au jugement de l'Académie trois Mémoires portant pour titres : « Applications des principes de la nouvelle théorie atomique aux faits d'observations de la Thermochimie », « Sur l'interprétation à

([1]) Les expériences visées dans les premiers paragraphes de cette Note ont été faites avec l'aide de M. Martz; celles du dernier paragraphe avec celle de M. Metroz.

donner à la loi de Gay-Lussac concernant la condensation des atomes gazeux » et « Note sur l'interprétation des formules des combinaisons biatomiques, dans l'hypothèse de la nouvelle théorie cosmogonique ».

(Commissaires : MM. Faye, Schützenberger, Friedel.)

M. **Sarrat** adresse une suite à son précédent Mémoire concernant la démonstration du théorème de Fermat.

(Renvoi à MM. C. Jordan et Darboux.)

M. **E. Berrubé** adresse une Note, accompagnée d'une brochure, sur le *plano-aérostat,* ou ballon dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **L. Guignard** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **P.-A. Dangeard** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **F. de Romilly** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. *de Lesseps*.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résumé des observations solaires, faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant les 2e, 3e et 4e trimestres* 1894. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 10 janvier 1895.

» Voici les résultats obtenus pour les taches et les facules :

1894.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Avril......	20	22,20	0	114,8	63,5	5,6
Mai.......	21	32,29	0	114,6	80,0	6,1
Juin	28	30,93	0	138,2	86,1	7,1
Juillet.....	31	28,58	0	125,6	63,9	7,1
Août......	31	24,29	0	93,6	121,5	5,7
Septembre .	27	25,74	0	35,9	108,5	6,4
Octobre ...	20	21,55	0	95,3	69,3	4,5
Novembre..	25	17,12	0	39,7	82,8	4,6
Décembre..	21	18,86	0	61,9	82,2	4,5

» Le phénomène des taches solaires est donc en diminution par rapport aux séries précédentes. Si nous prenons en considération les années 1891-92-93-94, on voit qu'à partir du mois de septembre 1891 jusqu'à la fin de 1894 on a observé toujours des taches sur le disque solaire; la période de plus grande fréquence et de plus grande extension des taches s'étend du commencement de 1892 jusqu'au mois de juillet 1894, avec un maximum vers la moitié de 1893. Dans cette dernière série d'observations, on a constaté l'absence de phénomènes extraordinaires dans la chromosphère, près et sur les taches observées au bord du Soleil.

» Pour les protubérances solaires, voici les résultats :

1894.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Avril...........	18	5,00	38",5	2°,3
Mai	17	5,94	35,7	1,7
Juin............	26	6,38	32,5	1,7
Juillet..........	31	4,71	36,8	1,8
Août...........	30	5,20	36,3	1,8
Septembre......	19	5,53	38,5	2,2
Octobre	16	4,56	32,0	1,8
Novembre	22	4,64	38,8	1,7
Décembre.......	17	3,41	35,3	1,8

» Dans les phénomènes chromosphériques, on a constaté une diminution progressive. Tandis que pour les taches on trouve, dans la série, des maxima secondaires caractéristiques, on a trouvé pour les protubérances presque toujours un état de calme relatif; les véritables éruptions métalliques ont fait défaut. Une seule grande protubérance a été observée, le 24 décembre 1894, par M. Palazzo, dans l'hémisphère austral, à la latitude 29°,5; elle avait une hauteur de 212″ à $11^h 26^m$, et de 290″ à $11^h 51^m$. A $12^h 36^m$, elle s'était déplacée vers le sud, réduite aux proportions ordinaires et conservant son caractère nébuleux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des déterminants d'ordre infini et des fractions continues.* Extrait d'une Lettre de M. **H. von Koch** à M. Poincaré.

« Lemme I. — $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ *et* $\beta_1, \beta_2, \ldots$ *étant des quantités données quelconques, pour que le déterminant infini*

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & \alpha_1 & & \\ \beta_1 & 1 & \alpha_2 & \\ & \beta_2 & 1 & . \\ & & . & . \end{vmatrix}$$

converge absolument, il faut et il suffit que la série

(1) $$|\alpha_1\beta_1| + |\alpha_2\beta_2| + |\alpha_3\beta_3| + \ldots$$

soit convergente.

» Lemme II. — *Si les* α_ν *et* β_ν *sont des fonctions analytiques d'un certain nombre de variables* $X_1, X_2, \ldots, X_k$ *et holomorphes dans un domaine donné* T, *si la série* (1) *converge uniformément dans* T, *le déterminant infini* Δ *représente une fonction holomorphe dans* T.

Lemme III. — *Désignons par* $\Delta^{(n)}$ *le mineur obtenu en supprimant dans* Δ *les n premières lignes et les n premières colonnes, et supposons remplies les conditions du lemme II. Quand n croît indéfiniment,* $\Delta^{(n)}$ *s'approche indéfiniment et uniformément de l'*unité.

» En effet, à tout nombre donné ε correspond un n', tel que l'on ait, pour tout le domaine T et dès que $n \geqq n'$,

$$\prod_{=n+1}^{+\infty} (1 + |\alpha_\nu\beta_\nu|) - 1 < \varepsilon.$$

Or, tous les termes de $\Delta^{(n)}$ se retrouvent dans le développement de

$$\prod_{\nu=n+1}^{+\infty} (1 - \alpha_\nu \beta_\nu);$$

donc

$$|\Delta^{(n)} - 1| < \varepsilon,$$

dès que $n \geqq n'$ pour tout le domaine T. C. Q. F. D.

» Considérons maintenant la fraction continue

$$(2) \qquad \cfrac{\lambda_1}{\mu_1 + \cfrac{\lambda_2}{\mu_2 + \cfrac{\lambda_3}{\mu_3 + \cfrac{\lambda_4}{\mu_4 + \ldots}}}},$$

les λ_i et μ_i étant des quantités quelconques. En s'arrêtant au dénominateur μ_p, on obtient une fraction continue f_p d'ordre p qui, d'après un théorème élémentaire, peut s'exprimer par le quotient de deux déterminants d'ordre p. Supposant d'abord tous les μ_i différents de zéro, on pourra écrire

$$\mathcal{F}_p = \frac{\lambda_1}{\mu_1} \frac{\Delta'_p}{\Delta_p},$$

Δ_p désignant le déterminant formé par les p premières lignes et les p premières colonnes de la matrice

$$(3) \qquad \begin{vmatrix} 1 & \frac{1}{\mu_1} & 0 & 0 & 0 & \ldots \\ -\frac{\lambda_2}{\mu_2} & 1 & \frac{1}{\mu_2} & 0 & 0 & \ldots \\ 0 & -\frac{\lambda_3}{\mu_3} & 1 & \frac{1}{\mu_3} & 0 & \ldots \\ 0 & 0 & . & .. & . & \ldots \\ . & . & . & .. & . & \ldots \end{vmatrix},$$

et Δ'_p ce que devient Δ_p quand on y supprime la première ligne et la première colonne. D'après le lemme I, pour que le déterminant de la matrice (3) converge absolument, il faut et il suffit que la série

$$(4) \qquad \left|\frac{\lambda_2}{\mu_1 \mu_2}\right| + \left|\frac{\lambda_3}{\mu_2 \mu_3}\right| + \left|\frac{\lambda_4}{\mu_3 \mu_4}\right| + \ldots$$

soit convergente. Supposons cette condition remplie; alors Δ_p et Δ'_p tendront (pour $p = \infty$) vers des limites bien déterminées Δ et Δ'. Donc, pourvu que Δ ne soit pas nul, la fraction (2) est *convergente*.

» On peut ajouter que Δ n'est certainement pas nul si la somme S de (4) est suffisamment petite. En effet, si $S < \frac{1}{2}$, on a, en posant

$$\varphi_{\nu-1} = \frac{\lambda_\nu}{\mu_{\nu-1}\,\mu_\nu},$$

$$\sum_{\nu=2}^{\infty}(1+|\varphi_{\nu-1}|)-1 < S:(1-S) < 1;$$

d'où

$$|\Delta - 1| < 1 \qquad \text{et} \qquad |\Delta| > 0.$$

» Supposons que les λ_i et μ_i soient fonctions des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_k$. Soit T un domaine quelconque dans lequel les fonctions $\frac{\lambda_1}{\mu_1}$ et $\frac{\lambda_\nu}{\mu_{\nu-1}\mu_\nu}$ sont holomorphes et la série (4) uniformément convergente. D'après le lemme II, les déterminants infinis Δ et Δ' seront des fonctions analytiques, holomorphes dans T. *Donc, dans tout le domaine* T, *la fraction continue* (2) *représente une fonction analytique méromorphe de* $x_1, x_2, \ldots, x_k$ *qui peut s'exprimer par le quotient de deux fonctions* $\frac{\lambda_1}{\mu_1}\Delta'$ *et* Δ *holomorphes dans* T.

» Soit T_1 un domaine situé tout entier en dedans de T et tel que, pour tous les points de T_1, la somme (4) soit $< \frac{1}{2}$. Nous savons alors que Δ ne peut s'annuler pour aucun point de T_1. *Donc notre fraction continue représente une fonction holomorphe dans* T_1.

» Ainsi, par exemple, la fraction continue

$$\cfrac{x}{c_1 + \cfrac{x}{c_2 + \cfrac{x}{c_3 + \ldots}}},$$

où les c_i sont des constantes telles que la série $\sum_\nu \frac{1}{c_{\nu-1}c_\nu}$ converge absolument, représente certainement une fonction $F(x)$ de x *méromorphe* dans tout le plan; et cette fonction reste certainement *holomorphe* tant que l'on a $|x| < \frac{1}{2A}$, A désignant la somme $\sum_{\nu=2}^{\infty}\left|\frac{1}{c_{\nu-1}c_\nu}\right|$.

» De même, si la série $\Sigma\alpha_\nu$ converge absolument, la fraction continue

$$\cfrac{\alpha_1}{x + \cfrac{\alpha_2}{x + \cfrac{\alpha_3}{x + \ldots}}}$$

représente une fonction méromorphe de $\frac{1}{x}$ qui reste certainement holomorphe en $\frac{1}{x}$ tant que l'on a $|x| > \sqrt{2B}$ où $B = \sum_{\nu=2}^{\infty} |\alpha_\nu|$. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence du rythme des successions d'éclats sur la sensibilité lumineuse.* Note de M. CHARLES HENRY (1).

« Les successions d'éclats à des intervalles rythmiques déterminent-elles une diminution de la sensibilité lumineuse; les successions à des intervalles non rythmiques, une augmentation? J'appelle, comme on sait, *rythmiques*, les nombres des formes 2^n, $2^n + 1$ (premier), $2^m(2^n + 1)(2^p + 1)$, ... Ce problème expérimental a été résolu de la manière suivante :

» Les successions d'éclats suivant les lois voulues ont été obtenues au moyen d'un tambour noirci, de 1^m de rayon, percé sur son pourtour de 60 trous, que l'on pouvait à volonté boucher ou déboucher; ce tambour, dans l'axe duquel on pouvait placer des sources lumineuses variées, était entraîné par un mouvement d'horlogerie très puissant et réglé.

» On a fait varier : 1° la vitesse du tambour; 2° l'intensité de la source; 3° la complexité de la succession.

» On a considéré trois sortes de vitesses : 1° des vitesses maxima, d'un tour en des temps variant de 7″,5 à 13″; 2° des vitesses moyennes, d'un tour en des temps variant de 1′ 10″ à 1′ 22″; 3° des vitesses minima, d'un tour en des temps variant de 1′ 50″ à 1′ 53″.

» On a considéré deux éclairages : un très fort, fourni par un bec Auer alimenté par un réservoir de gaz d'huile, muni d'un régulateur de pression; un très faible, fourni par une lampe de gardien de phare, dont la lumière était en partie interceptée pour l'œil par un écran en papier fort, collé sur chaque trou. (Des indications photométriques plus précises sur ces sources sont inutiles, comme le prouveront les résultats des expériences.)

» On a considéré quatre sortes de successions : 1° les successions de 60 trous (21 nombres rythmiques, 40 nombres non rythmiques, l'unité comprise chaque fois); 2° les successions de 30 trous, 1 trou sur 2 étant bouché (15 nombres rythmiques, 16 nombres non rythmiques; 3° les suc-

(1) Ce travail a été exécuté au Dépôt des Phares, grâce à la bienveillance de M. Bourdelles, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur du Dépôt.

cessions de 20 trous, 2 trous sur 3 étant bouchés (13 nombres rythmiques, 8 nombres non rythmiques); 4° les successions de 15 trous, 3 trous étant bouchés sur 4 (10 nombres rythmiques, 6 nombres non rythmiques). Pour avoir à considérer toujours le même nombre d'éclats, quelle que soit la succession, on mettait des bouchons sur le nombre excédant des trous de la succession la plus longue, et on les changeait de position dans les comparaisons ultérieures.

» On a estimé les variations de la sensibilité lumineuse en mesurant, pour chacune des deux successions, le minimum perceptible : 1° avant chaque expérience, p_1; 2° après chaque expérience, p_2, et en calculant la fraction $\frac{p_2 - p_1}{p_1} = P$, qui exprime la variation de l'anesthésie.

» Pour mesurer le minimum perceptible, j'ai fait construire par M. Radiguet un nouveau photoptomètre, fondé sur le principe de la diaphragmation des objectifs, mais muni, comme source lumineuse, d'un écran de sulfure de zinc phosphorescent, préparé, suivant mon procédé, par la Société nationale de produits chimiques. Les variations d'éclat de ce corps avec le temps étant connues, il est facile, étant donnée l'ouverture du diaphragme correspondant au minimum perceptible, de connaître la quantité de lumière qui frappe la rétine à ce moment. Il est à noter que l'instrument a l'avantage d'être d'autant plus précis que les temps sont plus longs et les éclats plus faibles. D'autre part, la quantité mesurée dépendant de deux facteurs, ouverture et temps, il est à peu près impossible d'être influencé dans ces mesures par une idée préconçue. Comme le minimum perceptible décroît, dans les limites de 1″ à 80″, en raison directe du séjour de l'œil dans l'obscurité, on doit, la mesure photoptométrique exigeant quelques secondes, corriger tous les minima perceptibles observés à ces temps différents et les ramener au temps zéro. C'est ainsi qu'ont été calculées les valeurs suivantes de P. Voici des extraits des expériences pour les successions de 60 trous, exécutées, pour la plus grande partie, sur l'œil droit d'un de mes auditeurs, M. Meunier, après repos de l'œil dans une obscurité relative durant trois à quatre minutes :

Valeurs de P.

	Vitesses maxima.		Vitesses moyennes.		Vitesses minima.	
	Successions rythmiques.	Successions non rythm.	Successions rythmiques.	Successions non rythm.	Successions rythmiques.	Successions non rythm.
Éclairage fort....	»	»	»	»	1,07	−0,126
	»	»	»	»	1,08	−0,119
Éclairage faible..	0,559	−0,36 −0,709	0,17	−0,572	0,136	−0,593

» Il résulte de ce Tableau, dont je pourrais étendre les nombres, que *la fraction* P *est toujours négative, pour les successions non rythmiques, avec les éclairages faibles aux trois vitesses, et avec les éclairages forts aux vitesses minima*. Avec les éclairages forts aux vitesses maxima et moyennes, la loi est perturbée par la persistance des impressions qui, on le sait, augmente avec l'éclairage. La loi a été presque constamment vérifiée pour les successions complexes de 60 trous ; pour les successions moins complexes, les résultats ont été trouvés incertains par quatre observateurs.

» Les p_1 sont assez variables d'une expérience à l'autre; en vue de calculer, en fonction de la vitesse et de l'éclairage, une relation entre l'anesthésie et le caractère rythmique ou non des successions, j'ai cherché à obtenir des p_1 constants; mais, même après des séjours réitérés de l'œil pendant plus de vingt-cinq minutes dans l'obscurité, il m'a été impossible de ramener ma rétine au même état initial. Mais cette difficulté n'infirme pas le sens de cette conclusion : il est possible *d'augmenter la portée lumineuse d'un signal, en ordonnant les successions d'éclats suivant une loi non rythmique suffisamment complexe*. Il va sans dire que, pour ces expériences, comme d'ailleurs pour toutes les expériences physiologiques, l'organe doit être aussi reposé que possible. »

CHIMIE. — *Influence de la température sur la transformation du sulfure de zinc amorphe*. Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons indiqué précédemment les premiers résultats relatifs aux transformations, immédiates ou lentes, que les sulfures de certains métaux peuvent éprouver après leur mise en liberté. Nous poursuivons cette étude sur les autres sulfures et sur divers corps, solubles ou insolubles, solides, liquides ou gazeux, simples ou composés, et nous nous proposons de déterminer les quantités de chaleur qui correspondent à ces transformations. Mais nous avons à revenir encore sur les sulfures précédemment étudiés, et à définir les conditions dans lesquelles ces corps, à l'état protomorphique, se transforment en d'autres sulfures ne différant pas seulement des premiers par leur degré d'hydratation et par leurs propriétés physiques, mais aussi par une perte d'énergie qui se manifeste par la différence des propriétés chimiques et leurs affinités plus faibles que celles des premiers.

» *Influence de la température*. — Ces transformations peuvent, à certains

points de vue, être comparées à quelques-unes de celles qui correspondent aux changements d'état de certains corps simples et composés, susceptibles d'exister sous plusieurs états allotropiques. Elles s'en distinguent, il est vrai, par ce caractère essentiel qu'elles ne sont pas réversibles et que, tandis que le soufre prismatique reprend à froid la forme octaédrique, il est impossible, sans avoir recours à une réaction chimique plus ou moins indirecte, de transformer le sulfure de zinc cristallisé en sulfure amorphe, le sulfure de manganèse vert en sulfure rose, le sulfure de nickel en sa modification protomorphique encore inconnue. Nous verrons, cependant, qu'il y a peut être lieu de faire quelques réserves relativement à ce dernier point. Mais elles peuvent en être rapprochées par ce fait qu'à une température déterminée, que nous désignerons sous le nom de *température de transformation*, renfermée dans des limites très étroites, l'instabilité de la matière à l'état protomorphique devient telle que la transformation se produit instantanément, de même que l'on voit le sesquioxyde de chrome précipité, séché et soumis à un échauffement progressif, devenir subitement incandescent, en se transformant en sa modification insoluble dans les acides. Si la température descend au-dessous de la température de transformation, la modification se produit encore, non plus instantanément, mais de plus en plus lentement, jusqu'à une certaine limite de température qui correspond à un état de stabilité de la forme protomorphique. Cette nouvelle limite peut être encore déterminée d'une manière précise pour le sulfure de zinc, et probablement dans beaucoup d'autres cas. L'intervalle qui la sépare de la température de transformation est très variable pour les divers corps.

» Enfin, la température de transformation n'est pas fixe pour un même corps. Elle dépend du milieu dans lequel s'est produit le corps au moment de sa formation, et aussi des conditions que ce milieu a pu subir ensuite.

» *Sulfure de zinc.* — Une dissolution alcaline d'oxyde de zinc, contenant un aussi faible excès que possible d'alcali, a été, après dilution, précipitée à froid par l'hydrogène sulfuré, en évitant la redissolution du sulfure de zinc (p. 98). Le sulfure amorphe ainsi produit a été chauffé au bain-marie, pendant une minute environ, avec le liquide dans lequel il s'est formé, à des températures comprises entre 100° et 70°. Dans ces conditions, il s'est transformé en sulfure cristallisé, et est devenu insoluble dans un excès d'hydrogène sulfuré, quel que soit le temps pendant lequel on a prolongé l'action de ce gaz.

» Il faut remarquer cependant que, malgré la vitesse de la transformation pendant cet intervalle de température, cette transformation n'est pas absolument instantanée; c'est ce que l'on peut démontrer en faisant passer, dès le début et sans interruption,

l'hydrogène sulfuré très rapidement dans la liqueur préalablement chauffée. On observe alors la redissolution du précipité jusqu'à des températures voisines de 100°.

» Cette transformation qui se fait ainsi immédiatement, ou en quelques secondes, au-dessus d'une certaine température, se ralentit très vite si la température s'abaisse.

» Le sulfure de zinc, précipité de la liqueur précédente, a pu être maintenu à une température inférieure seulement de quelques degrés à 70°, pendant plusieurs minutes, sans que la transformation fût même commencée. Vers 30°, la moitié environ du sulfure restait encore à l'état amorphe, après trois heures. Entre 15° et 20°, il a fallu dix-sept heures environ pour qu'elle fût arrivée au même point.

» Entre 10° et 15°, elle s'est arrêtée complètement, ou du moins nous n'avons pas trouvé de sulfure cristallisé et le sulfure était soluble dans le sulfhydrate de sulfure alcalin après deux jours. Il en a été de même, entre 0° et 10°, après dix jours; et cela, même en présence de traces de sulfure cristallisé, dont la présence accélère la transformation, ce que l'on peut constater en semant quelques cristaux sur une couche un peu épaisse de sulfure amorphe, dans des conditions de température telles que la transformation puisse se produire spontanément. On constate, dans ce cas, que la transformation se fait par couches successives, se distinguant assez nettement des couches non cristallisées par une opacité plus grande.

» On voit que la transformation du sulfure de zinc ne paraît pas se produire, même après un temps considérable, à une température inférieure de quelques degrés seulement à celle à partir de laquelle on peut l'observer, et à laquelle elle ne se fait que lentement, il est vrai, mais cependant d'une manière fort sensible. On voit aussi que le caractère progressif de la transformation disparaît au moment où l'on atteint la température de transformation, à partir de laquelle elle se produit presque instantanément.

» Cette température de transformation est très variable pour des milieux différents.

» Elle peut être voisine de zéro, ou supérieure à 100°, ainsi que nous le verrons, suivant la composition de la liqueur et les variations de composition, pendant et après la précipitation du sulfure de zinc. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Insuffisance de la méthode de Kjeldahl pour doser l'azote dans les chloroplatinates.* Note de M. **Delépine**, présentée par M. Henri Moissan.

« Sans vouloir entrer dans les discussions qui se sont déjà produites au sujet de la méthode de Kjeldahl (¹), je crois devoir indiquer des expériences, qui me paraissent établir que ce procédé n'a pas la généralité qu'on lui a attribuée.

» Ayant voulu doser, par cette méthode, l'azote du chloroplatinate de triméthylamine obtenu par hydrogénation de l'hexaméthylène-amine, je constatai, dans une première opération, une erreur par défaut s'élevant à $\frac{1}{4}$ de l'azote prévu, comme le montrent les chiffres suivants :

Matière employée	0,3988
Azote obtenu	0,01557
Azote pour 100	3,88

» Le calcul exige 5,15 pour 100 d'azote. Comme ce chloroplatinate avait fourni le chiffre théorique de platine, j'attribuai cette erreur à une erreur de lecture ou de manipulation et je refis une deuxième expérience; le dosage fut aussi défectueux. Afin de m'assurer si cette erreur était systématique, j'ai préparé exprès du chloroplatinate d'ammoniaque et j'y ai dosé l'azote comme dans un dosage habituel par la méthode de Kjeldahl (acide sulfurique et, après une demi-heure de chauffe, addition de permanganate). Le résultat fut encore erroné :

Matière	0,4376
Azote	0,00827
Azote pour 100	1,89

» La théorie exige 6,26. Ici, l'azote obtenu est plus petit que le tiers du

(¹) Le principe de cette méthode est le suivant : La substance azotée est maintenue pendant quelque temps avec une grande quantité d'acide sulfurique concentré à une température voisine de l'ébullition; on ajoute une substance quelconque pour faciliter l'oxydation de la matière organique; puis on distille l'ammoniaque et on la titre; dans cette opération, l'azote (non nitrique ou azoïque) passe à l'état d'ammoniaque. L'agent oxydant dont je me sers est le permanganate de potasse que j'ajoute par fractions après une demi-heure de chauffe et jusqu'à décoloration.

résultat attendu. Quant à la cause de ce fait, elle paraît due à l'action du chlore du chlorure de platine sur l'ammoniaque et sans doute sur l'amine, dans le cas de la triméthylamine. On sait que le chlorure de platine perd facilement du chlore et que le chlore détruit le chloroplatinate d'ammoniaque selon l'équation

$$PtCl^6(AzH^4)^2 + 3Cl^2 = PtCl^4 + 8HCl + Az^2.$$

» C'est sans doute à une action de ce genre qu'est attribuable l'erreur constatée. Je ne saurais dire si elle est générale, n'ayant pas étudié d'autres chloroplatinates (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'arabinochloral et le xylochloral.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans un Mémoire précédent, j'ai montré que le glucose peut s'unir avec le chloral en donnant deux isomères, les glucochlorals. J'ai cherché à généraliser cette réaction en l'étendant à d'autres sucres.

» L'arabinose et le xylose sont deux sucres isomériques $C^5H^{10}O^5$; ils s'unissent difficilement avec le chloral pur, mais facilement en présence d'une trace d'acide chlorhydrique.

» β-*arabinochloral* $C^7H^9Cl^3O^5$. — On chauffe pendant une heure à 100° un mélange de 25gr d'arabinose et de 50gr de chloral anhydre additionné de dix gouttes d'acide chlorhydrique. Une vive réaction se déclare, puis la masse devient homogène et brunit fortement. On la distille à plusieurs reprises avec de l'eau pour éliminer l'excès de chloral, on filtre pour séparer une résine colorée et insoluble et on concentre. Il se dépose des cristaux; les eaux mères en fournissent une nouvelle quantité quand on les additionne d'eau froide. On les purifie par cristallisations d'abord dans l'eau bouillante, puis dans le chloroforme.

» L'arabinochloral se dépose en petits cristaux ou en lamelles fusibles à 183°, se sublimant dès cette température. Sous pression réduite, on peut le distiller sans décomposition. Il répond à la formule $C^7H^9Cl^3O^5$.

» Il est peu soluble dans l'eau et le chloroforme froids, assez soluble à chaud dans l'alcool, l'éther et la benzine. 1lit d'eau à 15° en dissout 2gr,92. Son pouvoir rotatoire, $[\alpha]_D = -23°,2$; vis-à-vis des différents réactifs, il se comporte comme le β-glucochloral; toutefois, avec l'orcine chlorhydrique, il donne une coloration bleue, tandis que ce dernier donnait une coloration rouge.

» Le chlorure d'acétyle l'attaque vivement en présence de chlorure de zinc. Le

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École de Pharmacie.

produit de la réaction, débarrassé de l'excès de chlorure, est dissous dans l'éther, et la solution laisse déposer par évaporation de beaux prismes de *triacétylarabinochloral* que j'ai analysés. Ils sont fusibles à 92°, insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Ce corps s'altère aisément avec mise en liberté d'acide acétique.

» Le chlorure de benzoyle, ajouté à une solution potassique d'arabinochloral, le transforme en un corps cristallisé, fusible à 138°, très soluble dans l'alcool et le chloroforme, peu soluble dans l'éther et qui est le *dibenzoylarabinochloral*.

» Il ne m'a pas été possible d'obtenir l'éther tribenzoylé, même en employant le chlorure de benzoyle et le chlorure de zinc.

» Lorsque l'on soumet le β-arabinochloral à l'oxydation par le permanganate de potassium, on obtient de petites quantités d'un acide fusible à 257°, assez soluble dans l'eau froide; mais les rendements sont toujours très faibles. D'après sa teneur en chlore (Cl = 35,79, théorie 35,93), cet acide serait isomérique avec les acides α et β-chloraliques que j'ai précédemment décrits. Je reviendrai du reste prochainement sur ces acides.

» *α-arabinochloral.* — Les eaux mères de la préparation du β-arabinochloral finissent par se prendre en une masse cristalline que l'on essore, puis que l'on dissout dans l'éther pour séparer une matière gommeuse et que l'on purifie par de nombreuses cristallisations dans l'eau et le chloroforme bouillant; toutefois, la séparation des dernières traces du corps β est assez difficile.

» L'α-arabinochloral se dépose, par le refroidissement de sa solution chloroformique, en lamelles fusibles à 124°, beaucoup plus solubles dans les divers dissolvants que le corps β avec lequel il est isomère.

» En solution potassique, le chlorure de benzoyle le convertit en dérivé dibenzoylé Cl = 22,18 (théorie 21,76), fusible à 138°, très soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Avec le chlorure d'acétyle et le chlorure de zinc, il se produit un éther, insoluble dans l'eau, soluble dans les dissolvants organiques, mais qui n'a pu être obtenu cristallisé.

» *Xylochloral.* — Le xylose s'unit avec le chloral moins facilement que l'arabinose; il faut ajouter plus de HCl, chauffer plus longtemps, et les rendements sont beaucoup moins bons; à part cela, le mode opératoire est sensiblement le même. Le xylochloral se dépose des solutions à peu près pur; il suffit de le faire recristalliser dans l'eau bouillante, mais je n'ai pu arriver à le dédoubler comme ses congénères en deux isomères; peut-être le second est-il trop soluble et reste-t-il dans les eaux mères sirupeuses.

» Le xylochloral cristallise en lamelles fusibles à 132°, se volatilisant en partie avant de fondre. Il est beaucoup plus soluble dans l'eau que l'arabinochloral. 1^{lit} d'eau à 14°,6 en dissout $10^{\text{gr}},943$. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -13°,6$. Il donne, avec l'orcine chlorhydrique, la même coloration bleue que l'arabinochloral.

» Avec le chlorure d'acétyle, il forme une masse sirupeuse dans laquelle apparaissent peu à peu des cristaux fort altérables, et que je n'ai pu obtenir purs; avec le chlorure de benzoyle, il se fait du *dibenzoylxylochloral*, en petits cristaux, insolubles dans l'eau, solubles dans les dissolvants organiques.

» D'après l'analogie de formation et de propriétés qui existe entre les

glucochlorals d'une part, les arabinochlorals et le xylochloral d'autre part, on est conduit à attribuer à ces derniers la constitution

```
            CCl³
             |
            CH
        O  /  \  C.OH—CH²OH
          |    |
   HO.HC   \  /  CH
            CH—| O
```

la position de l'oxygène anhydridique restant arbitraire. Cette formule répond bien aux propriétés constatées, savoir formation d'éthers trisubstitués et d'un acide monobasique $C^7HCl^3O^6$.

» Nous avons vu, à propos des glucochlorals, que l'anhydrisation se faisait entre deux des quatre oxhydriles du noyau, dont trois sont secondaires et un tertiaire. L'un des oxhydriles restés libres est difficilement éthérifiable. Il est donc vraisemblable que cet oxhydrile tertiaire reste libre et que la déshydratation a lieu entre deux des trois oxhydriles secondaires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'anthracène.* Note de M. **Delacre**, présentée par M. Friedel.

« Le présent travail a pour origine différentes recherches que j'ai exécutées dans le but d'arriver à une méthode de préparation facile de l'acide triphénylacétique.

» Elbs et Tolle (¹) ont proposé de préparer cet acide en faisant agir le benzène sur l'acide trichloracétique en présence de chlorure d'aluminium; mais mes essais m'ont démontré que, malgré ses nombreuses difficultés d'exécution et ses rendements souvent très faibles, la méthode basée sur la saponification du nitrile est encore la seule applicable. La première ne m'a donné que des rendements tout à fait insignifiants. C'est dans le but d'améliorer ces rendements que j'ai substitué à l'acide le trichloracétate d'éthyle. Je dois dire cependant que je n'avais qu'un faible espoir dans le succès, mes recherches antérieures m'ayant montré que le chlorure de trichloracétyle agit sur le benzène, par la méthode de MM. Friedel et Crafts, pour donner non la triphényl-, mais la diphényl-acétophénone (²).

» L'expérience confirma mes craintes en me démontrant qu'il n'est pas

(¹) D'après l'Ouvrage de Beilstein, 2ᵉ éd., t. II, p. 945.

(²) Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Pau, 1892, p. 181.

possible d'arriver à l'acide triphénylacétique en suivant cette voie; mais si ces essais ont été infructueux dans ce sens, ils m'ont en revanche mis sur la voie d'une série de réactions intéressantes que je me propose d'étudier successivement.

» Le trichloracétate d'éthyle réagit sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium et sous l'influence de la chaleur, avec dégagement d'acide chlorhydrique. En concentrant le benzène, après traitement par l'eau, on obtient un éther se présentant en aiguilles cotonneuses qui cristallisent surtout bien de l'acide acétique et du benzène par refroidissement, et fondent, après un certain nombre de purifications, à 219°; sous l'influence de la chaleur, il se scinde en CO^2 et un hydrocarbure fusible à 115° qui distille vers 300°.

» J'étais enclin à penser qu'il se formait d'abord du diphénylacétate d'éthyle, et que cet éther se décomposait en CO^2 et diphénylpropane. Cette hypothèse, qui ne marchait pas sans certaines contradictions, puisque les propriétés du diphénylacétate d'éthyle sont en discordance avec celles du produit fondant à 219°, semblait confirmée par l'analyse. Pourtant la combustion donnait toujours, pour l'éther et pour l'hydrocarbure, des chiffres d'hydrogène trop faibles. Ne sachant si je devais attribuer ces différences à des erreurs d'analyse, et ne voulant pas laisser sans solution ce problème, quelque peu important qu'il me parût alors, j'ai soumis à la même réaction le trichloracétate de benzyle; je croyais arriver ainsi au triphényléthane $(C^6H^5)^2CH.CH^2.C^6H^5$, décrit par M. O. Saint-Pierre [1] comme fondant à 57°. Je pouvais donc voir sans difficulté si la réaction s'opérait suivant mon interprétation.

» Le résultat a été contraire à mes prévisions, et, au lieu de triphényléthane, je n'ai pas été peu surpris de recueillir exclusivement de l'anthracène. L'éther provenant de l'action de Al^2Cl^6 sur un mélange de trichloracétate de benzyle et de benzine peut être isolé facilement; j'en réserve la description et l'étude pour plus tard; en le distillant, on recueille de l'anthracène, tandis qu'il se dégage de l'anhydride carbonique. Il suffit de faire cristalliser une fois l'hydrocarbure pour l'obtenir parfaitement pur, en paillettes argentées, fondant à 210°. L'analyse a donné :

				Calculé pour $C^{14}H^{10}$.
C pour 100........	93,71	93,87	93,80	94,38
H pour 100........	6,24	6,28	6,11	5,62

(1) *Bull. de la Soc. chimique*, t. V, 3e sér., p. 292.

» Oxydé soit par le brome en solution alcoolique, soit par l'acide chromique en solution acétique, il donne un produit qui présente tous les caractères de l'anthraquinone. Ce sont de magnifiques aiguilles qui se subliment sans résidu et fondent à 272°-275°. Ce corps, dissous dans l'éther exempt d'alcool, donne, en présence d'une trace d'eau, une coloration rouge au contact d'amalgame sodique (Claus); traité par la soude très diluée et la poudre de zinc, il donne une coloration rouge intense (Liebermann).

» Quant aux rendements de la préparation, ils sont extrêmement satisfaisants. Avec 20^{gr} d'éther benzylique, j'ai obtenu 9^{gr} d'anthracène distillé, malgré les pertes qu'occasionne la distillation d'une aussi petite quantité de substance.

» J'ai laissé systématiquement de côté toute interprétation de ces faits jusqu'à ce que l'expérience m'ait éclairé sur la constitution de l'éther intermédiaire. Je me réserve donc de revenir sur ce sujet et d'étudier, avec tous les développements qu'elle comporte, cette application importante de la méthode de MM. Friedel et Crafts [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des éthers tartriques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **J. Favollat**, présentée par M. Friedel.

« 1. Nous réunissons, dans le Tableau suivant, diverses mesures polarimétriques effectuées sur une série d'éthers tartriques de la formule générale

$$\begin{array}{l} AO - CH.COOR \\ \quad\quad\ \ | \\ \quad\quad H.COH.COO.R. \end{array}$$

» Ces éthers dérivent tous du tartrate d'éthyle ou du tartrate d'isobutyle par introduction d'un seul radical acide A dans un des oxhydriles alcooliques.

	$[\alpha]_D$.		$[\alpha]_D$.
Tartrate d'éthyle	+5,25	Tartrate d'isobutyle	+11,8
Monoacétyltartrate d'éthyle	+2,4	Monoacétyltartrate d'isobutyle	+ 7,8
Monopropionyltartrate d'éthyle	+2,3	Monobutyryltartrate d'isobutyle	+ 9,7
Monobutyryltartrate d'éthyle	+1,8	Monobenzoyltartrate d'isobutyle	+11,5
Monobenzoyltartrate d'éthyle	+1,5		

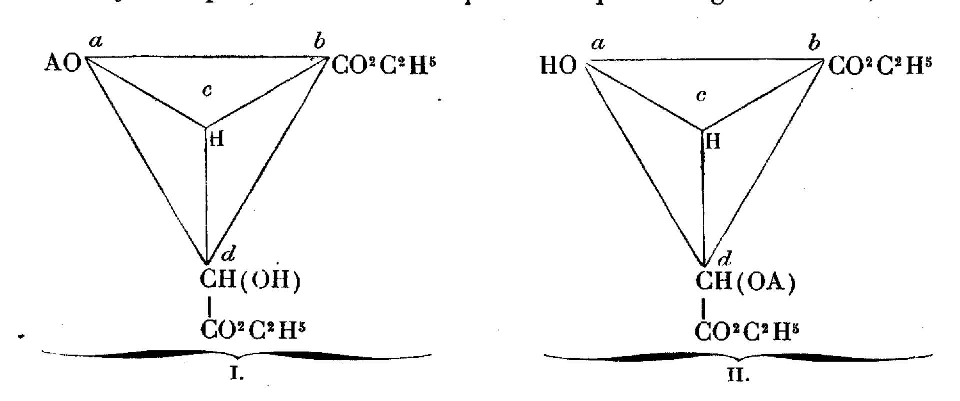
» L'obtention de ces éthers à l'état de pureté présente de sérieuses diffi-

(1) Laboratoire de Chimie analytique de l'Université de Gand.

cultés; il n'est, en effet, pas aisé de limiter l'introduction d'un radical acide à un seul oxhydrile. Nous croyons cependant y être parvenus dans une certaine mesure, et des expériences relatives au monobenzoyltartrate d'éthyle nous ont prouvé que ce corps est bien un éther monobenzoylé, comme l'indique l'analyse, et non pas, comme on pourrait le supposer à première vue, un mélange en proportions moléculaires de tartrate d'éthyle et de dibenzoyltartrate d'éthyle. Nous avons, en effet, préparé ce mélange et nous avons trouvé que son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -33,08$, nombre très voisin de $-34,99$, valeur calculée par la formule des mélanges de M. Landolt (¹). La valeur $+1,5$ obtenue pour le monobenzoyltartrate d'éthyle ne peut être confondue avec celle-ci; nous avions donc bien entre les mains un éther monobenzoylé. Une publication plus détaillée nous donnera, du reste, l'occasion de revenir sur les précautions prises pour préparer ces divers corps.

» 2. Nous désirons présenter quelques remarques au sujet de l'interprétation théorique de ces résultats.

» Si nous envisageons, par exemple, les dérivés ci-dessus du tartrate d'éthyle, et si nous désignons par A le radical acide introduit dans un seul des deux oxhydriles alcooliques, les schémas tétraédriques des deux carbones asymétriques devront être représentés par les figures I et II,



» L'introduction de ce radical A produit des effets très différents sur chaque carbone asymétrique. Pour le carbone II, le groupe primitivement le plus lourd n'en deviendra que plus lourd. Pour des valeurs croissantes de A, l'effet optique du carbone II devra donc être figuré par une courbe de la forme NSP obtenue en portant en abscisses les valeurs de A

(¹) Landolt, *Berichte d. D. Chem. Gesell.*, t. XXI, p. 208; 1888.

et en ordonnées les effets optiques. On sait, en effet, que telle est l'allure des pouvoirs rotatoires lorsque le groupe le plus lourd croît indéfiniment (1).

» Pour le carbone I, il en est autrement et trois cas peuvent se présenter :

» *Premier cas.* — Si les masses (2) des radicaux satisfont aux relations $AO < CO^2C^2H^5 < CH(OH).CO^2C^2H^5$, le signe du carbone I ne sera pas modifié.

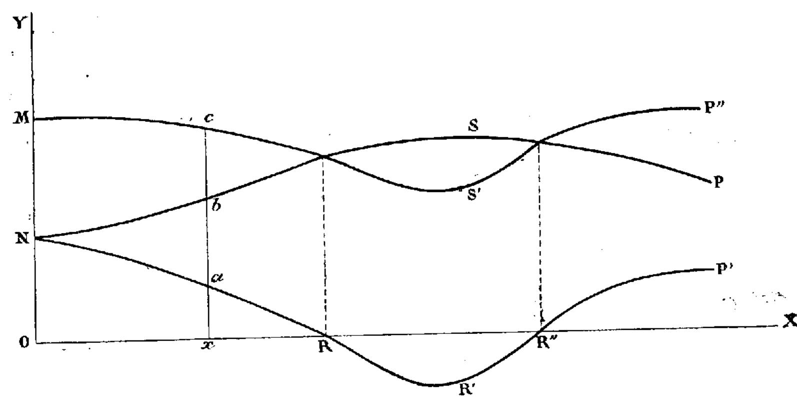
» *Deuxième cas.* — Si l'on a les relations

$$CO^2C^2H^5 < AO < CH(OH).CO^2C^2H^5,$$

il y aura déplacement du centre de gravité du schéma par rapport au plan primitif de symétrie coupant l'arête *ab*; de dextrogyre, le carbone I deviendra lévogyre.

» *Troisième cas.* — Si l'on a enfin $CO^2C^2H^5 < CH(OH).CO^2C^2H^5 < AO$, le centre de gravité du schéma se déplacera par rapport au plan coupant l'arête *ab* et par rapport à celui coupant l'arête *ad*. Le nombre des déplacements sera pair; par suite, le carbone I restera dextrogyre.

» Les effets optiques du carbone I seront donc figurés par la courbe



NRR′R″P′, dont les points R et R″ correspondent aux valeurs de A définies par les relations $OA = CO^2C^2H^5$ et $OA = CHOH.CO^2C^2H^5$.

(1) Guye, *Comptes rendus*, t. CXVI; Guye et Chavanne, *ibid.*, t. CXVI, p. 1454; *ibid.*, 1894.

(2) Nous disons simplement *les masses* en faisant abstraction des bras de levier et des déformations angulaires dont il faudrait pouvoir tenir compte pour appliquer la formule complète du produit d'asymétrie.

» On voit donc que, suivant les cas, les deux carbones seront, ou tous deux dextrogyres, ou bien l'un positif et l'autre négatif.

» Si l'on admet que leurs effets s'ajoutent algébriquement, ainsi que plusieurs exemples en ont été donnés (1), la courbe MS'P'', dont chaque ordonnée est égale à la somme algébrique des ordonnées des deux autres courbes, représentera l'allure générale des pouvoirs rotatoires des éthers tartriques à un seul radical acide, l'ordonnée OM correspond au tartrate d'éthyle; il ne peut s'agir ici, bien entendu, que d'une forme générale; ainsi, suivant la position relative des points S et R', il se pourrait que le point S' se trouve au-dessous de l'axe Ox, bien que cela soit peu probable. Quoi qu'il en soit, on peut en conclure ce qui suit :

» 1° Les éthers dérivés du tartrate droit d'éthyle ou d'isobutyle, à un seul radical acide A, seront caractérisés par des pouvoirs rotatoires positifs, algébriquement inférieurs à celui du tartrate non substitué.

» Les deux séries, dérivés éthyliques et isobutyliques, en fournissent la preuve.

» 2° Ces pouvoirs rotatoires passeront par un minimum algébrique (positif ou négatif) plus on moins accentué, suivant l'incurvation des courbes en R' et en S.

» Ce minimum n'est atteint que dans la série isobutylique.

» 3° Pour les termes à radicaux A élevés, les pouvoirs rotatoires ne peuvent être que positifs.

» Le fait est établi par les mesures faites sur les éthers monobenzoylés de la série éthylique et de la série isobutylique. Il nous paraît d'autant plus important que, par empirisme, on devait s'attendre à trouver le contraire. En effet, le pouvoir rotatoire du tartrate d'éthyle étant $[\alpha]_D = +5,25$, et celui du dibenzoyltartrate d'éthyle $(\alpha)_D = -67,3$, on avait des raisons de supposer au moins lévogyre l'éther monobenzoylé. L'expérience, d'accord avec la théorie, prouve qu'il n'en est rien.

» Des recherches analogues seront entreprises sur les acides méthyltartrique, éthyltartrique et homologues (2). »

(1) GUYE et GAUTIER, *Comptes rendus*, 29 octobre 1894; *Bulletin Soc. chim.*, 1894. — Mlle WELT, *Comptes rendus* (*loc. cit.*); *Bull. Soc. chim.*, 1894.

(2) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

ZOOLOGIE. — *Sur un Acarien parasite du* Lampyris splendidula. Note de M. A. Gruvel (1).

« J'ai rencontré, chez quelques femelles de *Lampyris Splendidula*, un très grand nombre d'Acariens parasites. J'avais d'abord pensé que j'avais affaire à des larves, mais une observation continue et l'étude de l'organisation interne m'ont démontré que j'avais bien affaire à des adultes. Les femelles de *Lampyris* infectées sont, du reste, très rares : sur une vingtaine au moins d'exemplaires examinés, deux seulement en étaient couverts. J'indiquerai simplement ici les principaux caractères, le travail complet et les données qui s'y rapportent devant être publiés prochainement.

» La plus grande largeur est $0^{mm},55$ environ, la plus grande longueur $0^{mm},8$. La dimension est la même dans les deux sexes.

» La première paire de pattes est tactile, les autres sont pourvues de ventouses, sans crochets, à limbe multilobé en feuille de chêne. Toutes ont six articles.

» La bouche et l'anus sont situés ventralement, mais presque terminaux.

» L'orifice génital est aussi placé ventralement, vers le milieu du corps, entre les branches d'une double pièce didactyle servant probablement d'organe excitateur et peut-être même fixateur.

» Les pièces buccales sont intéressantes à considérer. Les mandibules sont transformées en une paire de stylets didactyles. Les mâchoires sont également transformées en stylets portant une paire de palpes à quatre articles. La lèvre inférieure est formée par une pièce médiane, sorte de menton sétigère portant de chaque côté une lame aplatie et dentelée, ressemblant assez à une feuille de *Ruscus aculeatus*. Cet appareil buccal n'est pas celui d'un Acarien parasite vrai, en ce sens que les palpes maxillaires ne sont pas transformés en gouttière. Ce n'est pas non plus celui des espèces vagabondes.

» De plus, ce parasite est rarement fixé à son hôte par ses pièces buccales, il l'est le plus souvent à l'aide de l'une de ses pièces génitales.

» Le reste du tube digestif ne présente rien de bien particulier. Deux tubes de Malpighi viennent déboucher dans l'intestin.

» L'appareil respiratoire est formé par des trachées s'ouvrant entre la troisième et la quatrième paire de pattes, par un orifice recouvert d'un péritrème.

» Le système nerveux est représenté par un ganglion unique, percé d'un orifice œsophagien, et d'où partent les nerfs qui se rendent aux appendices.

» En fait d'organes des sens, le toucher seul me paraît exister.

» Les organes génitaux sont extrêmement simples et formés d'une paire de vésicules (mâle ou femelle) se continuant chacune par un canal excréteur qui va s'ouvrir

(1) Travail fait au laboratoire de M. de Lacaze-Duthiers à la Sorbonne.

au pore génital. Une paire de pinces didactyles s'articule sur un mamelon buccal situé en avant de l'anus; c'est entre les deux branches de ces pièces que s'ouvre l'orifice génital. Deux rangées régulières de soies raides, en forme de crochets, encadrent, pour ainsi dire, l'organe excitateur.

» L'Acarien que je viens de décrire se rapproche des *Gamasides* par de nombreux caractères, mais il en diffère sensiblement par ses mandibules styliformes et son armure génitale.

» Si, anatomiquement, ce n'est pas un parasite vrai, physiologiquement c'en est un; car, si l'hôte sur lequel il se trouve vient à être placé dans des conditions d'existence défectueuses, le parasite ne tarde pas à en souffrir, il se détache et meurt.

» On ne peut pas songer non plus à le rattacher aux larves hypopiales que l'on rencontre chez les *Tiroglyphynés* par exemple, car ces larves octopodes sont asexuées, et ce n'est pas ici le cas.

» C'est donc bien à un Acarien adulte que nous avons affaire.

» Il est impossible de l'éloigner des Gamasies, en raison des nombreux caractères qu'il a de communs avec eux. Il doit se placer, par conséquent, entre les *Gamasidés* et les *Ptéroptinés;* je propose de lui donner le nom de *Stylogamasus Lampyridis,* qui rappellera, en même temps qu'une partie de son organisation, l'hôte sur lequel il vit. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques bactéries du Dinantien (Culm).* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Dehérain.

« On sait que le terrain anthracifère appartenant au Culm est représenté en France dans différentes régions, telles que les départements de la Loire, de la Loire-Inférieure, de Saône-et-Loire, de l'Allier, de l'Hérault, etc., que quelques-unes de ces formations ont été accompagnées de dépôts siliceux qui ont conservé beaucoup de débris de végétaux ayant vécu à ces époques lointaines. Parmi ces dépôts, ceux qui ont été le plus étudiés sont ceux d'Autun (Saône-et-Loire) et des environs de Régny (Loire).

» Les fragments de plantes qui s'y rencontrent présentent des états de conservation fort différents : les uns paraissent intacts et leur étude anatomique peut se faire aussi facilement que s'il s'agissait de plantes vivantes; les autres, au contraire, se montrent corrodés, plus ou moins détruits; leurs éléments constituants, cellules, vaisseaux, fibres, etc., sont dissociés, profondément altérés, quelquefois même méconnaissables.

» Ces altérations proviennent de *causes variées*, dont aujourd'hui nous n'examinerons qu'une seule, l'action microbienne.

» M. Van Tieghem a déjà appelé l'attention (¹) sur la destruction successive des tissus, qu'il a observée dans des préparations silicifiées provenant de Grand'Croix, près Saint-Étienne. Dans une écorce de racine, par exemple, le parenchyme, l'assise à cadre épaissi, l'endoderme disparaissent; seule, la cuticule reste intacte. Dans le cylindre ligneux de la même racine, l'assise rhizogène, les faisceaux libériens, le tissu conjonctif sont progressivement détruits et il ne reste au centre que les bandes de vaisseaux sculptés. Dès lors on ne voit plus de la racine primitive que la cuticule et les vaisseaux. M. Van Tieghem a reconnu la présence du *Bacillus amylobacter*, auteur de la destruction successive de tous les autres tissus.

» Les préparations sur lesquelles ont porté nos recherches proviennent du Culm d'Esnost, près Autun, et des environs de Régny.

» Dans les préparations d'Esnost, le travail microbien est allé encore plus loin que dans celles étudiées par M. Van Tieghem, non seulement tous les tissus énumérés plus haut ont disparu, mais le bois lui-même a été détruit et la cuticule rendue à peu près méconnaissable; cette dernière ne forme plus qu'une enveloppe désorganisée contenant quelquefois un nombre considérable de bactéries rassemblées sur la face interne.

» Ces bactéries y affectent la forme de Bacilles, les bâtonnets ont une longueur de 12μ à 15μ sur une largeur de 2μ à $2^{\mu},5$; leur enveloppe, probablement gonflée, est peu distincte et mesure $0^{\mu},4$ en épaisseur, la plupart des bâtonnets renferment des spores au nombre de 6 à 8 disposées à l'intérieur en ligne droite; des cloisons à peine visibles séparent le bâtonnet en autant d'articles égaux qu'il y a de spores; celles-ci mesurent 1μ environ; elles sont sphériques, noires et équidistantes. Les cloisons paraissent s'être détruites avant l'enveloppe extérieure, car dans un certain nombre de Bacilles on voit que ces spores se sont portées vers l'un des bouts et sont venues en contact, peut-être s'échappaient-elles par l'une des extrémités du bâtonnet.

» Dans une certaine mesure, le Bacille que nous décrivons rappelle le *Bacillus megaterium* de de Bary (²), mais avec une taille plus considérable,

---

(¹) Van Tieghem, *De la fermentation butyrique à l'époque de la houille* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 1102; 1879).

(²) De Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze Mycetozoen und Bacterien*, p. 499, Leipzig; 1884.

un nombre d'articles plus grand, et des spores qui sont sphériques, au lieu d'être elliptiques; ce sont donc deux espèces distinctes. Les bâtonnets sont rectilignes, cylindriques, d'un diamètre uniforme, isolés, non réunis en chaîne; nous n'en avons jamais rencontré soudés bout à bout, par deux, comme nous l'avons signalé chez le *Bacillus permiensis;* il est probable que ce mode de division n'était pas le procédé habituel de multiplication de ce bacille, car on en rencontre n'ayant que 3μ de longueur et présentant déjà une cloison, d'autres mesurant 6μ, 9μ et en possédant respectivement deux et quatre. Les spores apparaissaient de bonne heure et s'échappaient comme nous l'avons dit; on en trouve mélangées à des débris de cellules, ou rangées en files le long des arêtes et des lignes transversales des vaisseaux scalariformes: il est vraisemblable qu'elles y germaient et que les jeunes bâtonnets grandissaient et se cloisonnaient sur place en peu de temps.

» L'état de destruction des tissus que nous avons rencontrés est assez varié : tantôt les cellules sont réduites à leur membrane mitoyenne déchiquetée, le dépôt mixte de cellulose ayant disparu ainsi que le protoplasma; tantôt les cellules sont disjointes et ont conservé leur enveloppe cellulosique plus ou moins incrustée; d'autres fois, les membranes mitoyennes et cellulosiques ont été détruites, il ne reste plus que le protoplasma granuleux, desséché, qui occupait les cellules; entre les masses protoplasmiques de forme variée qui ont conservé un certain ordre relatif, on aperçoit quelquefois les traces des anciennes parois; ces masses elles-mêmes s'éclaircissent par place, semblent se fondre et disparaître [1].

» Nous ne pouvons affirmer que ces états divers de désagrégation soient dus à l'action prolongée du Bacille que nous décrivons aujourd'hui, car ce n'est pas la seule Bactérie que nous ayons observée, ni le seul procédé de destruction des débris végétaux, procédés qui, à cette époque, semblent avoir été exactement les mêmes que ceux de nos jours; de plus on comprend facilement les difficultés qui accompagnent ce genre d'études, puisque les recherches expérimentales ordinaires de contrôle ne peuvent être employées ici. Cependant, comme nous avons rencontré ce nouveau Bacille au milieu de fragments complètement dissociés, n'offrant aucune trace de conservation, nous le désignerons sous le nom de *Bacillus vorax.*

» Ce Bacille est actuellement le plus ancien qui ait été décrit. »

---

(1) Il est évident que ces masses végétales, ainsi détruites, n'ont pu concourir à la formation de la houille et que certaines Bactéries, loin d'avoir contribué à sa production, en ont fait disparaître les éléments.

BOTANIQUE. — *Sur le développement des tubes criblés chez les Angiospermes.* Note de M. **Chauveaud**, présentée par M. Ph. van Tieghem.

« Dans le cours de recherches entreprises sur la Vigne, j'ai eu l'occasion de constater que le développement des tubes criblés est notablement différent de la description donnée par les auteurs qui ont étudié cette plante. En effet, d'après cette description devenue classique, le développement du tube criblé serait indirect; la cellule procambiale ou cambiale qui doit lui donner naissance se diviserait d'abord, par une cloison longitudinale, en deux éléments, dont l'un deviendrait le tube criblé et l'autre la cellule compagne.

» Or les premiers tubes criblés qui apparaissent dans la Vigne m'ont présenté un développement direct. Ils dérivent de cellules procambiales qui se transforment sans se cloisonner, par conséquent sans production de cellules compagnes. Leur différenciation est d'ailleurs très précoce; on peut les distinguer nettement dès le second jour de la germination ([1]), grâce à l'épaississement de leur membrane et à l'apparition de ponctuations criblées sur leurs faces transversales. Ces tubes sont disposés bout à bout en files uni-sériées qui s'étendent du sommet de la radicule jusqu'à l'extrémité des cotylédons dans lesquels elles se ramifient. Tous les autres tubes criblés qui se forment ultérieurement dans les diverses parties de la plante se développent aussi directement.

» Pour observer, dans les conditions les plus favorables, le développement direct, il faut prendre une extrémité de racine. On voit alors les premiers tubes criblés primaires prendre naissance aux dépens des cellules du méristème terminal. Ces cellules, d'abord aussi larges que longues, se transforment directement en tubes en épaississant leur membrane, en même temps qu'elles prennent sur leurs faces transversales des ponctuations criblées; puis, elles s'allongent considérablement, leur longueur pouvant dépasser cinquante fois leur largeur, qui, elle, a peu varié. Ces tubes criblés, arrivés à cet état très différencié, peuvent demeurer simples indéfini-

---

([1]) Si ce fait, entre autres, avait été connu de M. Schribaux, il l'aurait sans doute empêché de soutenir que la sortie hâtive de la radicule est un simple phénomène physique, dans les conditions que j'ai indiquées (voir *Moyen d'assurer et de rendre très hâtive la germination des Vignes* (*Comptes rendus*, 22 janvier 1894).

ment, mais le plus souvent ils se cloisonnent, et cela de façons très diverses. Tantôt une cloison oblique détache à une extrémité du tube une petite cellule cunéiforme; tantôt c'est au milieu ou sur une portion quelconque de sa longueur qu'une cloison courbe découpe dans le tube une cellule en forme de calotte; d'autres fois, la cloison longitudinale isole une cellule qui occupe toute la longueur du tube. Enfin, le cloisonnement est souvent double et détache à la fois deux cellules qui peuvent être superposées ou accolées, soit dans une partie seulement, soit dans la totalité de la longueur du tube. Quand ce dernier cas se réalise, la double cloison sur les coupes transversales dessine un Y circonscrit par la paroi plus épaisse du tube primitif, ce qui donne l'aspect caractéristique que présente le tissu criblé d'un grand nombre de plantes. Les cellules, ainsi détachées des tubes criblés, ne sont autre chose que les cellules-compagnes des auteurs.

» Le cloisonnement du tube criblé est très tardif quand la région dans laquelle cet organe se différencie subit un grand allongement, ce qui est le cas pour les premiers tubes criblés primaires dont nous venons de parler; au contraire, il s'effectue plus tôt quand l'allongement de cette région est moindre, comme cela arrive pour les derniers tubes primaires; enfin il a lieu de très bonne heure quand tout allongement a cessé, condition généralement réalisée pour les tubes criblés secondaires. Cette particularité fait comprendre pourquoi le développement direct, facile à observer sur les premiers tubes criblés primaires, peut être méconnu sur les tubes criblés secondaires chez lesquels la phase d'élongation se trouve supprimée.

» Le développement indirect, accordé jusqu'ici aux tubes criblés de la Vigne, est attribué aux tubes criblés de toutes les autres Angiospermes, que l'on oppose sous ce rapport aux Gymnospermes qui ont des tubes criblés à développement direct et dépourvus de cellules-compagnes. L'étude du mode de formation de ces organes est donc susceptible d'offrir un intérêt général. Ayant constaté un développement analogue chez les différentes espèces de Vigne, je me suis demandé si ce genre constitue à la règle une exception unique, ou si au contraire cette exception ne doit pas devenir la règle. Quelques plantes, prises au hasard dans différents groupes d'Angiospermes, ont confirmé cette dernière hypothèse; toutefois l'examen d'un plus grand nombre de plantes peut seul permettre de formuler une conclusion générale [1].

---

[1] Je me propose de revenir sur ce sujet dans un prochain Mémoire, accompagné

» Dans le Blé, par exemple, chaque faisceau libérien radiculaire comprend quatre (quelquefois cinq) éléments. De ces éléments, l'un, le plus externe et le plus petit en diamètre, est un tube criblé qui a été jusqu'ici méconnu comme tel ([1]). Ce tube est encastré entre deux cellules qui l'entourent complètement du côté interne et seraient vraisemblablement dites ses cellules compagnes. Or, voici comment se forment ces trois éléments. Une cellule du méristème terminal se divise par une cloison longitudinale en deux cellules dont une demeure indivise et constitue l'une des cellules compagnes; l'autre, en découpant par une cloison son angle externe, dans toute sa longueur, donne naissance au tube criblé et à la seconde cellule compagne. Peu après sa formation, le tube criblé, qui ne se cloisonnera jamais, s'intercale pareillement entre les deux cellules compagnes, et comme celles-ci sont redevenues tout à fait semblables, aucun caractère ne peut faire soupçonner dans la suite que l'une d'elles est la sœur du tube criblé. Le quatrième élément ([2]), le plus interne et le plus grand en diamètre, est aussi un tube criblé, mais il diffère du premier surtout par son mode de développement. Il dérive directement d'une cellule du méristème terminal qui est tout entière employée à le former; il demeure toujours simple et on ne saurait lui attribuer aucune cellule compagne.

» En attendant, les observations précédentes peuvent se résumer ainsi :

» 1° La règle admise pour le mode de développement des tubes criblés est loin d'être générale. Les deux modes de développement, direct et indirect, peuvent être réalisés dans le même faisceau (Blé);

» 2° La présence de cellules compagnes ne caractérise pas absolument les tubes criblés des Angiospermes.

» Sous ce nom mauvais de cellules compagnes, on confond des éléments qui offrent avec les tubes criblés des degrés de parenté fort différents.

» Enfin, je ferai remarquer que, si la présence de cellules compagnes peut être considérée comme un perfectionnement, ainsi que le voulait M. Janczewski, ce perfectionnement est progressif et ne s'établit point d'emblée en passant des Gymnospermes aux Angiospermes. »

SISMOLOGIE. — *Tremblement de terre chilo-argentin du 27 octobre 1894.* Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Fouqué.

« Le tremblement de terre du 27 octobre dernier, qui a secoué la partie occidentale de la République Argentine et s'est fait également sentir dans

---

de figures, car il est indispensable, dans certains cas particuliers, d'exposer le développement du tissu criblé avec tous les détails qu'il comporte.

([1]) Klinge, *Untersuchung der Gramineen- und Cyperaceenwurzeln* (*Mém. Ac. Sc. Saint-Pétersbourg*, t. XXVI; 1879).

([2]) Il y a quelquefois deux tubes criblés côte à côte résultant du dédoublement de a cellule génératrice, ce qui porte à cinq le nombre des éléments du faisceau.

la région nord du Chili, est le plus remarquable que j'aie observé dans ce pays de volcans et de sismes; parmi ses caractères, nous signalons surtout l'*intensité de l'ébranlement, la longue durée de la secousse, l'amplitude des oscillations et l'absence des bruits souterrains*.

» La région épicentrale comprend la Rioja, San Juan, Mendoza, bâties sur des alluvions qui reposent sur des grès et des calcaires anciens, traversés par des éruptions de trachy-andésites et autres roches éruptives.

» L'épicentre du sisme a été San Juan, la Rioja; la zone d'intensité maximum, ou *zone épicentrale*, forme une courbe elliptique dont le grand axe dirigé à peu près nord-sud passe par la Rioja, San Juan, Mendoza; le petit axe, à l'ouest, atteint presque le pied de la Cordillère des Andes.

» A San Juan et à la Rioja le tremblement de terre a fait des dégâts considérables; les édifices ont été renversés ou fortement avariés, en quelques secondes ces villes ont été un amas de décombres; un nombre considérable de personnes ont perdu la vie ou ont été blessées. Sur divers points le sol s'est crevassé, les lits des canaux se sont effondrés, les eaux sourdent par des crevasses, etc.

» A San Juan, la Rioja, Mendoza la première secousse violente, le choc qui a produit les dégâts, a eu lieu à $4^h 10^m$ du soir et a duré environ cinquante-cinq secondes; dans la même soirée les commotions se sont répétées à plusieurs reprises à $4^h 20^m$, $5^h 25^m$, 10^h et 1^h du matin, mais avec de faibles intensités.

» En dehors de cette région épicentrale, le sisme se propagea sur l'Argentine orientale; une grande partie de la République a été ébranlée par la secousse.

» En tenant compte des intensités observées en diverses localités, sur les deux versants de la chaîne des Andes, et des phénomènes que nous avons discutés et analysés, nous pouvons tracer sur une carte trois zones d'intensité différente :

» 1° Zone d'intensité maximum, *zone désastreuse, épicentrale*, dans laquelle se trouvent San Juan, La Rioja, Mendoza, Uspallata, Albardon, etc.

» 2° Zone d'intensité moyenne, *zone dangereuse, exépicentrale*, embrassant San Luis, Cordoba, etc., et au delà des Andes, au Chili, Illapel, Ovalle, Santiago.

» 3° Zone d'intensité minimum, *de sécurité*, indéterminée, passant à l'est par Buenos-Ayres, au nord de cette même province, et à l'ouest se perdant dans le Pacifique.

» Les directions des secousses observées sur un grand nombre de points de l'Argentine et du Chili varient; cependant, on peut réduire à trois toutes ces directions E.-O., N.-S. et N.-O.-S.-E.; à San Juan comme à Santiago (Chili), la secousse s'est faite en *trépidation*, c'est-à-dire en toutes les directions; cependant, la direction générale du tremblement de terre,

a été, dans la République Argentine, N.-O.-S.-E. en direction du grand axe de l'aire épicentrale; mais, selon les résistances des couches ébranlées, la structure intérieure de l'écorce, les fractures stratigraphiques, l'orographie locale, il s'est nécessairement produit des variations dans le mouvement, qui ont modifié la direction de l'ébranlement; puis les trépidations, les balancements qui rendent difficile l'observation de la direction du sisme.

» A Buenos-Ayres, le mouvement sismique s'est fait sentir à $5^h 2^m$ soir (temps de Buenos-Ayres); à Santiago (Chili), la première secousse se manifesta à $4^h 7^m 40^s$ soir (temps de Santiago) et dura $1^m 40^s$, sans bruit; à Buenos-Ayres, comme à Santiago, c'était un mouvement de balancement, un mouvement de bascule analogue à celui du roulis d'un navire. Le sismographe de l' observatoire astronomique de Santiago a indiqué une amplitude de mouvement de $2^{cm},5$.

» Nous ne pouvons citer ici les phénomènes observés en chaque localité : durée des mouvements, direction, horloges arrêtées, cloches qui sonnent seules, murs crevassés ou renversés; l'ébranlement, qui a eu son centre d'action dans les provinces de San Juan, la Rioja, s'est étendu sur une grande surface embrassant une partie du Chili et une aire plus étendue de la République Argentine, qu'il a parcourue en direction nord-ouest-sud-est. *La Cordillère des Andes n'a donc pas opposé une barrière infranchissable à la propagation du sisme.*

» Ce tremblement de terre a permis d'observer quelques phénomènes météorologiques encore obscurs qui intéressent le sismologue et le physicien. Une baisse barométrique a précédé le tremblement de terre, la dépression s'est continuée durant le phénomène sismique; mais, après, les vents du sud ont soufflé avec violence, le baromètre a monté; la température a brusquement changé, s'est abaissée, le régime atmosphérique s'est modifié, des perturbations se sont produites dans l'atmosphère.

» Le sisme violent du 27 octobre, par son intensité, l'étendue de son aire d'ébranlement et sa durée, a fourni aux observateurs les données nécessaires au calcul de l'épicentre, du centre d'ébranlement (foyer sismique) et de la vitesse de propagation des secousses. Le directeur de l'Observatoire de Santiago, avec *une seule observation d'heure*, a trouvé pour la vitesse de transmission entre San Juan-Rioja-Mendoza et Buenos-Ayres, 3000^m par seconde. Mais cette vitesse ne peut être prise comme mesure exacte qu'entre les deux points considérés, parce que la vitesse de propagation varie selon la nature de la roche et avec d'autres facteurs, comme l'ont démontré les expériences de MM. Fouqué, Michel-Lévy, les miennes, etc.

Aussi, pour observer une vitesse de propagation moyenne, est-il nécessaire de recueillir un nombre considérable d'observations, et encore ce n'est pas toujours suffisant, et faut-il avoir recours à l'expérience.

» La région chilo-argentine est peu étudiée encore au point de vue des failles et des relations des sismes entre eux. Je tâche de découvrir si, dans cette partie des Andes, la cause interne des sismes se déplace ou si elle agit suivant certaines directions ou fractures déterminées; s'il y a ici des failles qui rendent indépendantes des fractures de profondeurs différentes, la connaissance du centre sismique aidera à la solution de ces problèmes de sismologie. Autres problèmes à résoudre. Pourquoi, lors du tremblement de terre du 27 octobre dernier, dont l'amplitude d'oscillation a été si considérable, les bruits souterrains ne se sont-ils pas produits? Y a-t-il quelques relations entre la nature et la grandeur des oscillations et les bruits? Les bruits souterrains sont-ils dus aux vibrations longitudinales et les secousses aux vibrations transversales?

» Le sisme du 27 octobre semble apporter une preuve en faveur de l'hypothèse de M. Fouqué.

» En mes diverses Notes (*Comptes rendus*, t. CVIII, CIX, CXL), j'ai montré les relations entre les fractures de l'écorce terrestre d'une contrée, entre les failles et les mouvements sismiques; ce que j'observe depuis cinq ans dans l'Amérique méridionale confirme de plus en plus mes observations antérieures sur les sismes.

» Au Chili, la plupart des sismes se produisent dans la direction nord-sud, suivant la grande fracture de la vallée centrale, sensiblement parallèle à la chaîne des Andes, et aussi en direction est-ouest, selon des fractures qui coupent la chaîne transversalement. »

M. **Jules Girard** adresse une Note relative à des « Traces glaciaires sur le littoral du Cotentin ».

M. **F.-S. de Touchimbert** adresse le résultat de ses observations sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée de déclinaison.

M. **L. Daille** adresse de nouvelles Notes concernant l'*Uredo viticida*.

D'après l'auteur, le liquide sécrété ou transformé par l'*Uredo viticida* ne peut pas être une gomme ou ses dérivés, gommose inerte, puisque l'Uredo tue la vigne. C'est une toxine, comme en contiennent tous les corpuscules

étudiés par les médecins... On voit très nettement, au microscope, les spores injecter les tailles selon le degré de développement de l'Uredo; il n'attaque pas toute la taille annuelle. C'est une sécrétion de la cellule provenant de l'air qui produit le liquide mortel pour la vigne.

M. L. **Hugo** adresse une Note « Sur le rôle de la puissance cinquième dans le système du Monde ».

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1895.

L'Éducation physique de la jeunesse, par A. Mosso, professeur à l'Université de Turin; traduit de l'italien par J.-B. Bahar. Paris, F. Alcan, 1895; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Marey.)

Association française pour l'avancement des Sciences. 23e Section. Caen, 1894. Paris, G. Masson, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart, comme Président de l'Association.)

Revision du genre Catalpa, par M. Édouard Bureau. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*.) Paris, G. Masson; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Van Tieghem.)

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 2. Séance du 15 janvier 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 1. 15 janvier 1895. Paris, G. Carré; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Lundi 31 décembre 1894; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1894; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. N° 2. 20 janvier 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. N° 1. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bergens Museum. V. On the development and structure of the Whale. Part. I : *On the development of the dolphin,* by Gustav Guldberg, M. D. and Fridtjof Nansen, Ph. D. Bergen, 1894; 1 vol. in-4°.

Curso de Electrotecnica de la Escuela profesional superior, par M. B. Bahia. Vol. VI. Buenos-Aires, 1894; 1 vol. in-8°.

The Nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1898, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich.* London, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 janvier 1895.)

Note de MM. *G. Bertrand* et *Mallèvre,* Nouvelles recherches sur la pectase et sur la fermentation pectique :

Page 111, ligne 8, *au lieu de* oxalique, lisez tartrique.

Note de MM. *J. Révil* et *J. Vivien,* Le Pléistocène de la vallée de Chambéry :

Page 117, ligne 2, *au lieu de* recouvert par des graviers en couches, *lisez* recouvert par des graviers en couches horizontales.

Page 118, ligne 1, *au lieu de* Cossine, *lisez* Cassine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Hautefeuille*, dans la Section de Minéralogie.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Hautefeuille** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du borure de fer.* Note de M. **Henri Moissan**.

« Nous avons établi qu'à la température de l'arc électrique, le carbone pouvait s'unir aux métaux, en produisant des carbures cristallisés par-

faitement définis, tels que le carbure d'aluminium et les acétylures alcalino-terreux.

» Le bore et le silicium peuvent donner de même des séries de composés également définis et cristallisés. L'étude de ces nouvelles séries enrichira la Chimie de corps parfois très stables, et dont certains, vraisemblablement, pourront avoir quelques applications industrielles. De plus, elle fournira d'utiles renseignements pour l'établissement de la valence et la classification des corps simples.

» Nous étudierons plus particulièrement, aujourd'hui, la préparation du borure de fer qui peut servir de type pour l'obtention d'un certain nombre de borures métalliques.

» Cette préparation découlait d'ailleurs tout naturellement de l'action du bore sur les carbures de fer et elle nous a permis (¹) d'aborder avec M. Charpy l'étude des aciers au bore.

» *Préparation du borure de fer.* — Ce nouveau composé peut s'obtenir : 1° par l'action du chlorure de bore sur le fer réduit; 2° en faisant agir directement le bore sur le fer.

» 1° *Action du chlorure de bore sur le fer réduit.* — Du fer réduit bien pur est placé dans un tube de porcelaine traversé lentement par un courant de vapeurs de chlorure de bore. L'appareil est porté au rouge sombre; il se produit aussitôt du chlorure de fer volatil et il reste dans le tube un borure de fer amorphe de couleur grise.

» 2° *Action du bore sur le fer.* — Cette préparation peut se faire dans un four à tube chauffé par un bon feu de coke. On brasque une nacelle de porcelaine avec la quantité de bore nécessaire à la combinaison et l'on place par dessus du fer de Suède ou du fer réduit. L'appareil est ensuite traversé par un courant très lent d'hydrogène, et l'on chauffe entre 1100° et 1200°. On laisse refroidir dans l'hydrogène et l'on obtient ainsi un culot métallique qui, lorsque la teneur en bore est voisine de 9 pour 100, présente une texture cristalline très nette et se casse avec facilité suivant des plans de clivage bien déterminés. De longues aiguilles traversent la masse et prennent souvent des teintes irisées.

» Lorsque l'on place un cylindre de fer doux sur du bore amorphe bien pur dans les conditions que nous venons d'indiquer, le bore produit un véritable phénomène de cémentation et bien avant le point de fusion du fer, que l'on ne saurait atteindre dans cet appareil, la fusion de la fonte borée se produit avec facilité. Cette fonte borée, lorsqu'elle renferme de 8 à 9 pour 100 de bore, fond à une température un peu inférieure à celle

(¹) H. MOISSAN et G. CHARPY, *Sur les aciers au bore* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 130).

de la fonte ordinaire. Avec la pince thermo-électrique de M. Lechâtelier, nous avons trouvé que son point de fusion était voisin de 1050°.

» Si la teneur en bore atteint 15 pour 100, la fusion devient beaucoup plus difficile, le culot présente une cassure conchoïde et la cristallisation est confuse. Dans un bon feu de coke ou même dans un four chauffé avec du charbon de cornue, on ne fond qu'avec difficulté le mélange à 20 pour 100 de bore; il vaut mieux, dans ces conditions, utiliser le four électrique.

» On peut obtenir aussi une fonte borée au four électrique en chauffant, dans un creuset de charbon brasqué avec du bore, des morceaux de fer doux de bonne qualité. La réaction peut alors se produire sur des masses plus grandes et avec un courant de 300 ampères et 65 volts, la chauffe ne doit pas durer plus de cinq à six minutes.

» Si la température est trop élevée, le carbone du creuset intervient dans la réaction et la fonte borée renferme une quantité variable de borure de carbone cristallisé.

» Les culots métalliques préparés soit au four à tube, soit au four électrique, sont concassés et attaqués par l'acide chlorhydrique étendu de deux à trois fois son volume d'eau. On dissout ainsi l'excès de fer et il reste ensuite une matière cristalline qu'on lave à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther pour éviter dans sa dessiccation l'action simultanée de l'acide carbonique et de l'humidité. Les cristaux obtenus dans ces conditions présentent une composition constante. C'est le borure de fer de formule BoFe.

» *Propriétés.* — Le borure de fer se présente en cristaux brillants, de plusieurs millimètres, d'un gris un peu jaunâtre. Sa densité est de 7,15 à 18°. Ces cristaux sont inaltérables dans l'air ou dans l'oxygène sec. En présence de l'air humide, ils se recouvrent avec facilité d'une couche ocreuse [1].

» Chauffés dans un courant de chlore au rouge, ils sont attaqués avec incandescence et le chlore s'unit au bore et au fer. Le brome attaque ce composé plus facilement et il semble se former un bromure double de bore et de fer. L'iode est sans action à 1100°. Il en est de même pour l'acide iodhydrique.

---

[1] Si l'on opère sur la cuve à mercure en présence d'une petite quantité d'eau et d'un volume d'air déterminé, on constate, après vingt-quatre heures, une diminution notable d'oxygène et l'on voit que chaque parcelle de borure s'est entourée d'une couche gélatineuse ayant l'apparence de la rouille.

» Chauffé dans l'oxygène, le borure de fer brûle avec éclat et, lorsque la combustion est commencée en un point, elle se continue sur toute la masse sans que l'on ait besoin de maintenir une élévation de température. Dans toutes ces expériences, le borure de fer amorphe s'attaque plus facilement que le borure cristallisé; et comme cette action de l'oxygène est accentuée lorsque le borure pulvérulent se trouve en présence d'humidité et d'acide carbonique, c'est bien à l'existence de ce borure de fer que l'on doit attribuer les phénomènes d'incandescence qui se produisent parfois dans la dessiccation du bore impur préparé par l'action du sodium sur l'acide borique.

» Le borure amorphe est attaqué par le soufre à une température peu supérieure à son point de fusion. Le borure cristallisé s'attaque de même avec incandescence, mais à une température plus élevée.

» Le phosphore au rouge fournit un mélange de phosphure de fer et de phosphure de bore.

» Le chlorate de potassium, à sa température de fusion, n'attaque pas le borure de fer, mais, lorsqu'on élève la température, l'attaque commence et se continue avec incandescence. Il en est de même pour l'azotate de potassium en fusion.

» Les carbonates alcalins fondus détruisent avec rapidité le borure de fer; l'attaque est complète en quelques instants. La potasse fondue déshydratée attaque vivement le borure de fer, mais sans incandescence.

» L'acide sulfurique concentré ou étendu est sans action à froid. L'acide concentré, à sa température d'ébullition, décompose le borure de fer avec formation d'acide sulfureux et de sulfate de fer anhydre. L'acide chlorhydrique concentré attaque lentement, à chaud, ce composé, tandis que l'acide étendu n'exerce aucune action et permet, comme nous l'avons indiqué plus haut, d'en séparer l'excès de métal. L'acide fluorhydrique en solution n'attaque que lentement le borure, soit à froid, soit à chaud.

» Le véritable dissolvant du borure de fer est l'acide nitrique, et, par conséquent, l'eau régale. L'acide nitrique très étendu ne le dissout qu'à l'aide de la chaleur, mais l'acide fumant ou hydraté l'attaque avec violence.

» *Analyse.* — Le dosage du fer a toujours été fait à l'état de sesquioxyde; on ne peut pas utiliser pour ce composé la méthode au permanganate. Le dosage du bore a été effectué sous forme de borate de chaux.

» Dans cette dernière analyse le borure de fer a été attaqué par l'acide

azotique dans l'appareil qui sert au dosage, appareil que j'ai décrit précédemment ([1]). Après la cessation de tout dégagement gazeux, l'acide borique a été chassé par l'alcool méthylique et le liquide mis en digestion avec de la chaux vive. De l'augmentation de poids de la chaux, on déduit la teneur en bore.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie BoFe.
Fer.........	84,15	84,48	83,86	83,58
Bore.......	15,18	14,94	15,59	16,42

» Le petit excès de fer qu'indiquent ces analyses provient de ce que les cristaux de borure de fer ont toujours retenu quelque trace de ce métal interposé. Le borure amorphe, obtenu par l'action du chlorure de bore sur le fer réduit, nous a fourni des chiffres plus exacts (analyse n° 3).

» Ces analyses conduisent, pour le composé cristallisé que nous venons de décrire, à la formule BoFe.

» En élevant la température du four électrique au moment de la préparation de la fonte borée, nous n'avons jamais pu obtenir d'autres combinaisons. A ces hautes températures, la Chimie semble se simplifier et l'on n'obtient plus qu'une seule combinaison toujours de formule très simple. »

M. **P.-P. Dehérain** présente à l'Académie, au nom de l'Association des anciens élèves de M. Fremy, une Brochure intitulée : « Edmond Fremy, 1814-1894. »

Cette Brochure renferme, outre des Notices biographiques, l'indication très détaillée des Mémoires et des Ouvrages publiés par M. Fremy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Raoul Pictet** adresse une nouvelle Note, intitulée : « Étude de la constitution des liquides et de leurs vapeurs aux températures voisines du point critique, par les dissolutions de corps solides dans ces liquides ».

(Commissaires : MM. Fizeau, A. Cornu, Cailletet.)

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1087.

M. A. **Duponchel** adresse deux nouvelles Notes, concernant « l'Adaptation des principes de la nouvelle théorie cosmogonique à l'interprétation des formules dans les combinaisons chimiques ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Stan. Millet** adresse un « Projet de communication avec la planète Mars ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Gaston de Saporta*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Aix le 26 janvier 1895.

M. **Hergott**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Brendel** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. **Prillieux** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Maxime Cornu** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1894.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Fourier.* Note de M. **E. Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« La méthode d'approximations successives, au moyen de laquelle M. Poincaré a résolu le problème de Dirichlet, ne réussit pas seulement pour l'équation de Laplace. Appliquons-la au refroidissement d'un corps solide par communication.

» Il s'agit de trouver une fonction $V(x, y, z, t)$ continue à l'intérieur d'un domaine D limité par une surface fermée S, satisfaisant en tout point de D et pour toute valeur positive du temps à l'équation

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial t},$$

prenant sur S des valeurs données indépendantes du temps et se réduisant pour $t = 0$ à une fonction de (x, y, z) arbitrairement donnée.

» Le problème ne comporte qu'une solution et, si l'on sait résoudre le problème de Dirichlet, on peut ramener le cas général au cas où la fonction V s'annule sur S.

» Soit T une sphère contenant la surface S à son intérieur. Considérons la fonction

$$W_0 = \iiint_{(T)} \rho(\xi, \eta, \zeta) e^{-\alpha^2 t} \frac{\cos \alpha r}{r} d\xi \, d\eta \, d\zeta$$
$$[r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2].$$

» On peut choisir α et ρ de façon que W_0 soit positif dans T. Cette fonction jouit d'ailleurs de toutes les propriétés d'une fonction potentielle pour laquelle l'équation de Fourier serait substituée à l'équation de Laplace.

» Prenons les sphères envisagées par M. Poincaré dans sa solution du problème de Dirichlet et considérons-les dans le même ordre que cet auteur.

» Construisons une suite illimitée de fonctions W_i de la façon suivante : à l'extérieur de la sphère de rang $i+1$, W_{i+1} coïncide avec W_i; à l'intérieur de la sphère de rang $i+1$, W_{i+1} satisfait à l'équation de Fourier, se réduit à la même fonction que W_i pour $t = 0$ et prend sur la sphère les

mêmes valeurs que W_i. On a alors

$$W_i > 0, \qquad W_{i+1} \leqq W_i.$$

Donc la suite W_i est convergente : soit W sa limite. Cette fonction W prend sur S les mêmes valeurs que W_0 et se réduit pour $t = 0$ à la même fonction que W_0.

» Un procédé analogue à celui de M. Poincaré montre que la fonction W est continue.

» Posons

$$J = \int_t^{\infty} W(x, y, z, \tau)\, d\tau, \qquad J' = \int_t^{\infty} J'(x, y, z, \tau)\, d\tau.$$

On peut écrire

$$J_{\alpha_1} - J = \Sigma \int_t^{\infty} U_{\alpha_i} d\tau = \Sigma V_{\alpha_i}, \qquad J'_{\alpha_1} - J' = \Sigma \int_t^{\infty} V_{\alpha_i} d\tau = \Sigma V'_{\alpha_i}.$$

On démontre que l'on a

$$J' = \int\int_{(\Omega_u)} \frac{dG}{dn_i} J'\, d\sigma - \int\int\int_{(\Omega_u)} G \frac{\partial J'}{\partial t}\, dt,$$

G étant la fonction de Green. Donc J' a des dérivées des deux premiers ordres, qu'on peut obtenir en dérivant la série V'_{α_i} terme à terme, et vérifie l'équation de Fourier. On conclut qu'il en est de même pour W.

» Soit $\varphi(x, y, z)$ une fonction positive dans T. Refaisons, à partir de W, une nouvelle série d'approximations semblable à la précédente, en prenant dans chaque sphère la fonction $W_0 - \varphi$ pour définir les valeurs relatives à $t = 0$. On aura cette fois

$$W'_{\alpha_i} - W'_{\alpha_{i+1}} \leqq \frac{1}{t}(P_{\alpha_i} - P_{\alpha_{i+1}}),$$

et les conclusions seront les mêmes. On définira une limite W' qui sera solution de l'équation de Fourier, qui prendra sur S les mêmes valeurs que W_0 et qui se réduira, pour $t = 0$, à $W_0 - \varphi$.

» Cela posé, la fonction W — W' résout le problème proposé pour le cas où la fonction donnée φ relative à $t = 0$ est positive. On en déduit immédiatement la solution du problème dans le cas général.

» On peut mettre la solution du problème de Fourier sous une autre

forme. Soient U_i les fonctions qui jouissent des propriétés suivantes :

$$\Delta U_i + \xi_i^2 U_i = 0 \text{ dans D}, \qquad U_i = 0 \text{ sur S}.$$

Soit φ la fonction donnée pour $t = 0$. Posons

$$A_i = \int\int\int_{(S)} \varphi U_i \, d\tau.$$

Écrivons

$$V = A_1 U_1 e^{-\xi_1^2 t} + \ldots + A_n U_n e^{-\xi_n^2 t} + R_n.$$

M. Poincaré a montré que $\int\int\int R_n^2 \, d\tau$ tend vers zéro quand n augmente indéfiniment. Sachant que V existe et est continue, on en conclut que R_n tend vers zéro. D'où

$$V = \Sigma A_i U_i e^{-\xi_i^2 t}.$$

Cela posé, on voit aisément que, si la série $A_i U_i$ est convergente, elle a pour somme φ. Or cette série est convergente si φ et $\Delta\varphi$ s'annulent sur S et que $\Delta\Delta\varphi$ existe. Dans ce cas, la possibilité de développer une fonction arbitraire en série de fonctions U_i est établie. »

GÉODÉSIE. — *Sur le nivellement de précision récemment fait en Russie.* Note de M. le général VENUKOFF, présentée par M. Lœwy.

« Le nombre des localités dont l'altitude est déterminée est assez considérable dans la Russie d'Europe : de 25000 à 30000. Cela a permis au général Tillo de dresser une Carte hypsométrique de ce pays, que l'Académie possède. Mais la valeur scientifique de ces déterminations n'est pas partout la même, et M. Tillo a, avec beaucoup de raison, donné à son œuvre le titre d'un *Essai de représentation du relief du sol russe*. Les nombreuses données numériques qui servaient de base à la *Carte hypsométrique* de Tillo n'étaient pas mises en accord parfait, faute d'un nivellement de grande précision qui pût les réunir en une seule œuvre absolument exacte. Pour procurer à la Géodésie russe cette base primordiale de tous les nivellements passés et à venir, l'état-major général, inspiré par le général Stebnitzky, a entrepris de grands travaux le long des principaux chemins de fer russes : cela demandait du temps, une méthode identique des opé-

rations et un personnel bien expérimenté dans l'emploi de cette méthode.

» Enfin, en 1894, il est devenu possible de réunir en une livraison tous les résultats de ce nivellement de contrôle, et M. le colonel Rylké s'est chargé de cette œuvre. Son *Catalogue* contient la liste de 1090 stations du nivellement de précision, dont l'altitude exacte fut mesurée par *plusieurs* officiers géodésiens, mais avec les *mêmes* instruments et par la même méthode. Les lignes de leurs opérations étaient choisies par la direction générale des travaux et distribuées sur la surface de toute la Russie d'Europe. C'étaient les lignes des chemins de fer qui commencent sur les côtes de la mer Baltique pour aboutir à la mer Noire et aux bords du fleuve Oural. En sept endroits ces travaux russes sont rattachés aux travaux allemands (en Prusse) et autrichiens (en Galicie). Plusieurs polygones de contrôle ont été calculés par M. Rylké, et ce calcul a prouvé la grande exactitude de ces mesures.

» La longueur totale des lignes nivelées dépasse 13000^{km} (12200 verstes), et plus de 11000^{km} ont été nivelés deux fois, aller et retour. De solides témoins sont établis aux principales stations du réseau des chemins de fer, pour servir de points d'appui aux nivellements futurs.

» Il est curieux de noter qu'aucune altitude déterminée en Russie, pendant le nivellement de contrôle, ne dépasse 159 sagènes $= 338^{m}$; pour la plupart, les chiffres du *Catalogue* oscillent entre 50 et 70 sag. $= 110\text{-}150^{m}$, tellement le pays est bas.

» Enfin, pour la Géographie, le résultat le plus important du nivellement russe est l'*identité bien établie des niveaux des trois mers :* Baltique, Noire et d'Azof. Mais ce niveau commun de trois bassins intérieurs, fermés de tous côtés par les terres, est-il le même que celui de l'Océan ? C'est une question à poser aux géographes futurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la dissolution des solides dans les vapeurs.* Note de M. **P. Villard.**

« Au sujet de la récente Communication de M. Raoul Pictet ([1]), je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que les résultats obtenus par l'auteur avec la solution alcoolique d'alizarine offrent une étroite

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 64 (14 janvier 1895).

ressemblance avec ceux que j'ai fait connaître, il y a quelques mois, et qui sont relatifs à l'iode dissous dans l'anhydride carbonique ([1]).

» Laissant de côté le phénomène, d'ailleurs connu, de la dissolution d'un solide dans une vapeur ([2]), je rappelle brièvement les observations que j'ai publiées à ce sujet.

» L'anhydride carbonique était renfermé en quantité convenable, avec un peu d'iode, dans des tubes scellés. En élevant progressivement la température d'un tube rempli à très peu près au volume critique, j'ai constaté que la vapeur qui se dégageait du liquide coloré ne présentait aucune trace visible de coloration, la teinte violacée de l'iode se diffusant ensuite dans toute la masse à partir de la température critique. Ce résultat est conforme à celui qui est annoncé par M. Raoul Pictet.

» Mais si l'on a soin de déposer un peu d'iode vers le sommet du tube, les vapeurs incolores qui s'échappent du liquide vont dissoudre une partie de l'iode déposé et acquièrent une coloration qui peut dépasser beaucoup celle du liquide, si ce dernier n'est pas en présence d'un excès du métalloïde colorant. En outre, tant que le point critique n'est pas atteint, une zone neutre persiste au-dessus du ménisque.

» A basse température, si l'on a soin d'agiter le tube pour établir un état définitif d'équilibre, la vapeur saturée est beaucoup moins colorée que le liquide; la différence devient nulle au point critique. La solubilité de l'iode dans le liquide, très faible à — 40°, augmente également beaucoup quand la température s'élève.

» Mais il n'est nullement nécessaire que la vapeur soit saturée pour dissoudre l'iode : on observe nettement une coloration vers 20° ou 25° avec le gaz carbonique simplement comprimé au-dessous de sa tension maxima.

» En présence de ces résultats il ne paraît nullement nécessaire, pour expliquer la dissolution du solide, d'invoquer l'existence, au delà du point critique, de vésicules liquides en suspension dans la vapeur.

» J'ajouterai que, dans aucun cas, le spectre d'absorption, soit du liquide, soit de la vapeur, ne présente les cannelures caractéristiques de

---

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. III, oct. 1894. — Séance de la Société de Physique du 20 juillet 1894.

([2]) Hannay et Hogarth, *Dissolution de* KI, KBr, $CoCl^2$, Fe^2Cl^6 *dans la vapeur d'alcool* (*Proceedings of the Roy. Soc.*, t. XXX, p. 178; 1880).

l'iode gazeux; ce dernier paraît donc bien être à l'état de véritable dissolution dans la vapeur, même non saturée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un courant électrique sur une série de métaux sulfurés en fusion.* Note de M. **Jules Garnier**.

« Après avoir établi que le carbone chauffé au rouge, sous l'influence d'un courant électrique de faible voltage, se transporte du pôle positif au pôle négatif des électrodes ([1]), ce qui m'a permis d'indiquer une nouvelle méthode de cimentation du fer, j'ai pensé que cette action d'un courant électrique ne devait pas se limiter au carbone : pour m'en assurer, j'ai repris mes expériences aux ateliers de M. Hillairet, grâce auquel j'ai pu réaliser mes idées.

» J'employai le dispositif déjà décrit dans mes Notes des 19 juin 1893 et 12 mars 1894, c'est-à-dire un tube en terre réfractaire, traversant horizontalement un four à réverbère et recevant, dans la partie du tube chauffé, la matière à électriser, maintenue entre les deux électrodes; le courant était fourni par une machine Gramme.

» J'opérai d'abord sur une matière très complexe, une matte brute de nickel que j'avais rapportée de Sudbury (Canada); j'en plaçai une certaine quantité dans le milieu du tube, entre deux crayons de charbon; les intervalles entre les crayons et les parois du tube étaient remplis de terre réfractaire mêlée de charbon de bois, pour éviter l'intrusion de l'oxygène, mais non la sortie des gaz sous faible pression qui se formeraient pendant l'opération et pourraient s'échapper par les craquelures que produit le chauffage dans ce mastic d'argile.

» La matte étant fondue, je fis passer un courant de 10 volts et 23 ampères qui ne subissait que de très faibles oscillations, d'après les voltmètres, preuve d'une grande régularité dans la conductibilité du mélange fondu; de plus, le voltage s'abaissa progressivement, bien que la température du réverbère fût à peu près constante, ce qui prouvait que le mélange changeait de nature.

» Après une heure de chauffe, refroidissement lent et arrêt du courant, j'ouvris le tube : le crayon positif était usé en forme de biseau, à la partie supérieure de son extrémité, pendant que le crayon négatif était intact; quant à la matte, je fis faire l'analyse des parties qui s'étaient solidifiées au contact des deux électrodes.

» Voici les résultats que m'a remis le Laboratoire de l'École des Mines, à la date du 15 décembre 1894; j'ai seulement éliminé les parties insolubles dans les acides provenant de fragments des parois du tube, restés fortement collés à la matte après le refroidissement.

([1]) *Comptes rendus*, 19 juin 1893.

» L'analyse (1) est celle de la matte initiale; les analyses (2) et (3) sont respectivement celles des matières au contact de l'anode et de la cathode après l'opération; enfin, l'analyse (4) est la moyenne de (2) et (3) :

	(1).	(2).	(3).	(4).
Soufre pour 100......	21,10	16,60	4,70	10,65
Fer pour 100.........	33,30	35,40	49,10	42,30
Nickel pour 100......	16,30	5,13	19,10	12,14
Cuivre pour 100......	29,00	39,90	26,13	33,02
	99,70	99,20	99,03	98,11

» Il ressort de ces analyses que :

» *a.* Le soufre s'est éliminé dans la proportion de 50 pour 100, se maintenant avec le cuivre surtout près de l'anode.

» *b.* Le fer se maintient près de la cathode, où il semble s'accumuler d'après l'analyse moyenne (4).

» *c.* Le nickel augmente régulièrement en quantité, de l'anode à la cathode.

» *d.* Le cuivre va en diminuant, dans une proportion très régulièrement arithmétique, de l'anode à la cathode.

» Je pense que l'on peut conclure de l'ensemble de cette expérience que :

» 1° Le soufre combiné aux métaux, à l'état fondu, à l'abri de l'air, et traversé par un courant électrique, les électrodes étant de charbon, au moins l'anode, s'élimine peu à peu; il se forme sans doute du sulfure de carbone;

» 2° Dans un mélange de sulfures métalliques fondus, à l'abri de l'air, traversé par un courant électrique, la conductibilité électrique du mélange reste *homogène* à chaque instant considéré, augmentant peu à peu par suite de l'élimination successive du soufre; quant aux métaux et au soufre restant, ils se groupent entre eux de façon que chaque tranche élémentaire du bain, prise perpendiculairement au sens du courant, ait la même conductibilité électrique. Ainsi, le cuivre, plus conducteur que le fer et le nickel, conserve la plus forte proportion de soufre, de manière que son pouvoir conducteur soit réduit dans le rapport voulu.

» Il est possible, je pense, en s'appuyant sur les expériences ci-dessus, d'expliquer certains phénomènes observés : par exemple, le mode de répartition des métaux sulfurés ou non qu'on rencontre dans les filons. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés du sulfure de bismuth.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure amorphe que l'on obtient en précipitant un sel de bismuth par de l'hydrogène sulfuré se dissout aisément à froid dans une solution de monosulfure de potassium en donnant une liqueur rouge, d'autant plus foncée que le sulfure alcalin est plus concentré; si, quand la liqueur est saturée, on lui ajoute un excès du précipité de sulfure métallique, celui-ci demeure inaltéré tant que la température reste la même, mais il se dissout graduellement et finit par disparaître tout entier quand on concentre la solution à l'aide de la chaleur; il reste alors une liqueur rouge, transparente, qui, si la quantité de sulfure de bismuth a été suffisante, dépose de beaux cristaux quand on la laisse refroidir. Ce sont des rhomboèdres transparents, jaune rougeâtre, très nets et très brillants; ils possèdent une forte réfringence et donnent des jets de lumière colorée quand on les fait se mouvoir dans la liqueur mère, éclairée par les rayons du soleil; ces cristaux sont formés par une combinaison des deux sulfures mis en présence, et leur composition peut être représentée par la formule $Bi^2S^3, 4K^2S, 4H^2O$.

» Ce sulfure double est très soluble dans la liqueur au milieu de laquelle il se forme et les cristaux se déposent quand on concentre dans le vide une solution saturée à froid, mais dans ces conditions ils sont mélangés avec du sulfure de potassium hydraté. On ne peut songer à séparer les deux espèces de cristaux à la pince, car ceux du sulfure double sont instantanément décomposés par l'eau; la plus légère trace d'humidité les altère, et il est impossible de les manier dans l'atmosphère où la vapeur d'eau les noircit rapidement. Aussi, pour les isoler, il est préférable de les séparer d'une liqueur encore chaude; mais on ne peut non plus les débarrasser de l'eau-mère concentrée qui les imprègne en les séchant sur du papier qui, toujours plus ou moins humide, les noircirait, et l'on doit avoir recours à une plaque de porcelaine poreuse qui a séjourné plusieurs jours au-dessus d'acide sulfurique, dans le vide. En faisant tomber la matière sur une telle plaque, dans l'air sec, l'eau mère est absorbée par la porcelaine, et les cristaux restent à l'état de pureté; il est d'ailleurs bien difficile d'éviter que quelque trace d'humidité n'en colore la surface, sans que, du

reste, cela en fasse disparaître l'éclat, qui persiste en dépit de cette altération superficielle. Dans l'air sec, ils s'effleurissent en perdant de l'eau ; quant à la liqueur mère, qui renferme une notable quantité du sel double, de faibles quantités d'eau la décomposent en donnant un précipité noir de sulfure de bismuth.

» La décomposition de ce sulfure double peut conduire à préparer le sulfure de bismuth cristallisé, comme celui d'argent (voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 91), par voie humide. Quand on introduit, en effet, dans une solution saturée à froid de sulfure de potassium, un excès de sulfure de bismuth, il s'en dissout une partie et l'autre reste inaltérée, la liqueur ne renfermant pas assez de sulfure alcalin pour que le sulfure double puisse se produire ; mais, si l'on vient à chauffer le mélange de manière à concentrer lentement la liqueur, il arrive un moment où, à la température de l'expérience, la solution est assez concentrée pour ne pas décomposer le sel double, dont une petite quantité se formera. Si l'on opère dans un ballon, chauffé sur un fourneau sans précautions particulières, et dont les divers points ne sont, par conséquent, pas tous à la même température, le sulfure double produit dans les régions les plus froides se décompose en d'autres points plus chauds, et le sulfure de bismuth, séparé dans ces circonstances, est cristallisé. En raison des variations de température qui ont lieu dans le ballon, du sulfure double se forme dans les parties les moins échauffées, se décompose dans celles qui, comme le fond du ballon, le sont davantage, et comme le sulfure métallique cristallisé est plus difficilement attaqué par le sulfure alcalin que ne l'est le précipité amorphe, on voit celui-ci disparaître peu à peu, en se transformant en cristaux. On arrive à un résultat analogue en ajoutant à une liqueur chaude saturée des deux sulfures un peu d'eau qui détruit du sulfure double, et le sulfure de bismuth qui se produit dans ces conditions est encore cristallisé.

» Au contraire, une solution saturée à froid de monosulfure de potassium, abandonnée en tube scellé avec un excès de sulfure amorphe de bismuth, ne donne quelque indice de cristallisation qu'au bout de plusieurs mois. Cette liqueur n'éprouve, en effet, que des variations très faibles de température, de sorte que la formation et la destruction successives de petites quantités de sulfure double, grâce auxquelles la cristallisation peut se produire, ne s'effectuent qu'avec une extrême lenteur.

» Les cristaux de sulfure de bismuth ainsi obtenus sont toujours très petits, ils ont l'éclat et la couleur terne de la plombagine; ils constituent comme elle une substance douce au toucher, tachant les doigts et le pa-

pier, et tout à fait analogue au sulfure naturel cristallisé. Avec le sulfure de sodium, les choses se passent d'une façon un peu différente. Le sulfure de bismuth est peu soluble à froid dans une solution saturée de ce sulfure alcalin; si l'on évapore celle-ci à une température voisine de son point d'ébullition, elle se concentre rapidement, la solubilité du sulfure de sodium augmentant très vite quand la température s'élève et, à un moment donné, elle arrive à une concentration telle que la formation d'une petite quantité de sulfure double peut avoir lieu; mais, dans les régions plus chaudes du vase, celui-ci est immédiatement décomposé par la liqueur en régénérant le sulfure de bismuth qui, dans ces conditions, cristallise, comme il le fait dans le monosulfure de potassium; aussi bientôt on voit le sulfure amorphe se transformer en cristaux par un mécanisme analogue à celui qui a été indiqué précédemment.

» La dissolution dans laquelle la cristallisation s'opère est faiblement colorée en rouge, elle ne renferme que peu de sulfure de bismuth et elle se prend en masse presque solide quand on la laisse refroidir; si, pendant qu'elle est bouillante, on la concentre davantage, elle ne retient jamais en dissolution que de faibles quantités de sulfure métallique; le sulfure double formé ne s'y trouve jamais en proportion suffisante pour que la liqueur en soit saturée, aussi ne se dépose-t-il pas sous la forme de cristaux. »

CHIMIE. — *Influence du milieu ambiant sur la transformation du sulfure de zinc amorphe.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Henri Moissan.

« La vitesse avec laquelle se produit la transformation du sulfure de zinc amorphe précipité d'une liqueur alcaline, et la température de transformation (p. 150), dépendent de conditions diverses :

» *Influence de la dilution.* — Le sulfure de zinc se transforme d'autant plus lentement, et la température de transformation est d'autant plus élevée que les liqueurs sont plus diluées; pourvu toutefois que l'alcalinité soit aussi faible que possible, car dans une liqueur contenant une quantité notable de soude en excès, la diminution de l'alcalinité qui résulte de la dilution peut, comme on le verra plus bas, compenser l'effet de la dilution. Pour réaliser cette condition, il est avantageux d'ajouter une certaine quantité d'acide tartrique, dont la présence permet d'obtenir des liqueurs

très peu alcalines, et qui ne se troublent ni à froid, ni par l'action de la chaleur.

» Si l'on mélange 25cc de solution au dixième de sulfate de zinc cristallisé, 150cc de soude hydratée ordinaire et 150cc d'acide tartrique, également au dixième, on obtient une liqueur légèrement alcaline. Si l'on y fait passer, à froid et très lentement, de l'hydrogène sulfuré, on obtient un précipité de sulfure de zinc dont la plus grande partie est insoluble dans un excès de gaz, et qui ne se dissout pas non plus si, après avoir arrêté le courant d'hydrogène sulfuré, on ajoute un volume d'eau égal au sien. Si au contraire on fait passer, dès le début, dans la même liqueur, l'acide sulfhydrique très rapidement, on voit le sulfure d'abord produit se redissoudre complètement, ou tout au moins donner une liqueur opalescente qui devient complètement limpide lorsqu'on y verse le même volume d'eau. Nous retrouvons donc ici le caractère d'une transformation très rapide, quoique non instantanée, telle que celles que nous avons constatées, quand on fait la précipitation à des températures supérieures à la température de transformation.

» Après addition d'un volume d'eau égal au sien, la liqueur précédente donne à froid un précipité de sulfure qui se redissout complètement en quelques instants. Dans le premier cas, la température de transformation était voisine de la température ordinaire; dans le second, elle s'élève vers 50°.

» Cette deuxième liqueur étant étendue elle-même de son volume d'eau, la température de transformation est comprise entre 80° et 90°.

» *Influence de l'alcalinité de la liqueur.* — Si l'on prépare des solutions alcalines d'oxyde de zinc, en mélangeant des solutions de sulfate de zinc et de soude, les températures de transformation correspondant aux liqueurs amenées par dilution à des volumes égaux s'élèvent très rapidement, lorsque l'alcalinité s'accroît dans de très faibles proportions, et dépassent même 100°, dès que l'excès d'alcali devient notable.

» *Action des sels étrangers.* — La présence de certains corps dissous, notamment des sels alcalins et des sels d'ammonium, exerce une influence semblable à celle de la concentration des liqueurs.

» Une solution alcaline d'oxyde de zinc, qui donne à froid du sulfure amorphe, donne le même sulfure à l'état cristallisé, après addition d'une grande quantité de chlorhydrate d'ammoniaque.

» On trouve donc là un nouvel exemple de l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur les précipités, action utilisée, comme on le sait, soit pour déterminer des phénomènes de cristallisation, soit, en Chimie analytique, pour obtenir des précipités dans un état favorable au lavage.

» *Influence du lavage.* — Si l'on précipite du sulfure de zinc dans une solution alcaline par l'hydrogène sulfuré, dans des conditions telles que le sulfure se produise

et demeure à l'état amorphe, dans le milieu où il s'est formé, sans qu'aucun commencement de cristallisation puisse être constaté au bout de plusieurs jours, et si on lave par décantation le précipité avec de l'eau refroidie et contenant en dissolution de l'hydrogène sulfuré, en évitant l'accès de l'air, de telle sorte que les transformations qui pourront être observées ne puissent être attribuées à une perte d'hydrogène sulfuré, ou à une oxydation, le précipité disparaît tout entier, à un moment donné, soit qu'il soit soluble dans un grand volume d'une solution d'hydrogène sulfuré, soit qu'il passe à l'état colloïdal, ainsi qu'il a été dit par certains auteurs (nous reviendrons prochainement sur ce fait); mais on constate, si le précipité primitif est assez considérable, et si le lavage dure un temps suffisant, que la partie qui reste dans le fond du vase se transforme lentement, et contient, même avant que le lavage soit complet, une certaine proportion de sulfure insoluble dans une quantité de sulfhydrate de sulfure de sodium supérieure à celle dans laquelle il pouvait se dissoudre complètement au début. Cette influence du lavage qui détermine ainsi une cristallisation du sulfure de zinc, malgré la dilution résultant de ce lavage et la disparition des sels étrangers qui ne peuvent que faciliter cette cristallisation, peut être expliquée par la diminution progressive de l'alcalinité de la liqueur.

» Le sulfure de zinc, même après cette transformation, se redissout complètement à un moment donné, dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré.

» Dans une prochaine Note, nous montrerons que la nature du précipité de sulfure de zinc dépend de celle du composé de zinc dissous dans la liqueur primitive. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorobromure et le bromure de carbonyle.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« Diverses tentatives infructueuses ont été faites en vue d'obtenir le bromure de carbonyle $COBr^2$ correspondant au chlorure $COCl^2$: CO ne se combine pas directement avec le brome dans les conditions où la combinaison a lieu avec Cl et les essais d'oxydation ménagée du bromoforme ou de bromures de carbone semblent avoir échoué. J'avais tenté aussi une oxydation de ce genre en faisant réagir l'ozone sur le chlorobromure $C^2Cl^2Br^2$, mais comme produits volatils, je ne pus que constater la formation de Br et $COCl^2$ (*Comptes rendus*, 25 juin 1894).

» Le bromure d'aluminium se dissout abondamment dans $COCl^2$ liquide; les tubes scellés étant exposés à la lumière solaire pendant plusieurs jours en été, ou chauffés à une température variant de 100°-150°, on constate que le liquide se teinte de brome, et, à l'ouverture, il se dégage de l'oxyde de carbone; une légère élévation de température permet de chas-

ser l'excès de $COCl^2$, mais, dès que la température s'élève vers 50°, il distille du brome qui renferme une petite quantité d'un composé dont l'odeur rappelle celle de l'oxychlorure; après destruction du brome par le mercure ou par l'éthylène, afin de ne pas faire intervenir le mercure qui pouvait détruire le produit cherché, celui-ci étant en quantité négligeable. J'attribuai, dès cette époque, l'échec de cet essai à l'existence de combinaisons entre Al^2Cl^6 ou Al^2Br^6 avec $COCl^2$. De pareilles combinaisons existent, en effet, et M. Perrier, qui s'occupe de composés de ce genre, a obtenu une combinaison de Al^2Cl^6 et $COCl^2$ qu'il décrira prochainement.

» Je songeai alors à remplacer Al^2Br^6 par BBr^3, dont les propriétés bromurantes vis-à-vis des composés chlorés sont du même ordre, et j'ai obtenu les deux produits de substitution bromés que l'on peut prévoir : COClBr et $COBr^2$.

» On chauffe pendant une dizaine d'heures à 150°, en tubes scellés résistants, BBr^3 avec la moitié de son poids de $COCl^2$. La température ne doit guère dépasser 150°, car si elle se maintient quelque temps vers 200°, les tubes, fortement colorés par du brome, renferment de l'oxyde de carbone sous forte pression; si, au contraire, on n'a pas dépassé 150°, le liquide contenu dans les tubes est fort peu coloré. A l'ouverture des tubes, on constate que presque tout le chlorure de carbonyle a disparu, mais qu'un composé volatil du bore, colorant la flamme en vert, a pris naissance.

» Le produit de la réaction de 120^{gr} BBr^3 et 60^{gr} $COCl^2$ a été soumis à trois fractionnements successifs avec tube Le Bel à quatre boules et à une température extérieure de 0°. Mais ceux-ci faits de 10° en 10° menaçant de se prolonger, on a eu recours, pour mener à bien la séparation, à la réaction qu'exerce l'eau sur les composés halogénés du bore qui est violente, tandis que, par analogie avec $COCl^2$, on pouvait prévoir qu'elle serait également lente sur ses dérivés bromés.

» Des prises d'essai, projetées dans l'eau froide, montrèrent que les premières fractions étaient formées de chlorure de bore presque pur, mais les fractions 30°-40° et 60°-70° renfermaient des quantités notables d'un liquide lentement décomposable par l'eau froide. Ces fractions furent alors versées avec précaution, pour éviter les projections qui accompagnent la décomposition par l'eau de BCl^3 et BBr^3, dans une dissolution d'hyposulfite de sodium dans laquelle nageaient des fragments de glace. Il se rassemble au fond de l'entonnoir à robinet un liquide débarrassé de brome par l'hyposulfite; on le laisse écouler et on le redistille.

1° La fraction 30°-40° a fourni ainsi un liquide distillant de 35°-37°, de composition COClBr. Décomposé par l'eau, on a pesé la somme des poids AgCl + AgBr

puis transformé le tout en chlorure dont le poids a servi à fixer les proportions de Cl et Br.

$$0^{gr},760 : \left\{ \begin{matrix} AgCl + AgBr = 1^{gr},741 \\ AgCl + AgCl = 1^{gr},510 \end{matrix} \right\}, \quad Ag : \left\{ \begin{matrix} Cl\ \%_0 \\ Br\ \%_0 \end{matrix} \right\} 229,08, \quad \left\{ \begin{matrix} Cl\ \%_0\ 24,93 \\ Br\ \%_0\ 54,60 \end{matrix} \right\}.$$

$$\text{Théorie pour } COClBr\ldots\ldots \quad Ag : \left\{ \begin{matrix} Cl\ \%_0 \\ Br\ \%_0 \end{matrix} \right\} 231. \quad \left\{ \begin{matrix} Cl\ \%_0,\ 24,74 \\ Br\ \%_0,\ 55,75 \end{matrix} \right\}.$$

Liquide incolore, densité à 0° = 1, 98; densité de vapeur à 100° prise dans l'appareil d'Hofmann = 4, 85. Théorie 4, 98.

2° La fraction 60°-70° a fourni un liquide distillant de 63°-66°, de composition $COBr^2$ (Br °/₀ 84,27, Théorie °/₀ 85,10), liquide légèrement coloré en jaune. Densité à 0° = 2,48; densité de vapeur à 100° = 6,60; Théorie 6,53.

» L'un et l'autre de ces liquides se colore un peu par Br à la distillation dans l'air; très dilatables sous l'action de la chaleur, leur vapeur irrite les yeux et les voies respiratoires, provoquant une suffocation suivie d'oppression. Lentement décomposables par l'eau froide; au contact du mercure à 100° en tubes scellés, la décomposition est totale au bout de quelques heures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éther mixte et dérivés ammoniés de l'hexaméthyl-triamido-triphénylméthane*. Note de M. **A. Rosenstiehl** [Extrait ([1])], présentée par M. Friedel.

« Pour simplifier les formules complexes des corps qui doivent être décrits dans ce qui suit, je représenterai par le symbole collectif A le groupe $[(CH^3)^2 Az.C^6H^4]$ qui, dans les métamorphoses, ne subit aucune modification. De la sorte $A^3 \equiv C - H$ représente l'hexaméthyl-triamido-triphénylméthane, $A^3 \equiv C - OH$ le carbinol et $A^3 \equiv C - Cl$ la chlorhydrine correspondante. Je rappelle que ce dernier corps est connu dans le commerce sous le nom de *violet cristallisé*.

» **1.** Quand on verse une solution aqueuse de soude dans la dissolution alcoolique bouillante du violet cristallisé, jusqu'à décoloration, le précipité incolore que l'on

---

([1]) Cette Note résume une partie d'un travail qui se rapporte à un pli cacheté, déposé le 20 mars 1880 au nom de MM. Poirrier, Bourgeois et Rosenstiehl, ouvert d'office, en 1891, et publié dans le *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, t. XIX, p. 67.

Les déterminations numériques ont été faites par MM. Haas et Crépieux, que je me fais un plaisir de remercier de leur concours.

obtient n'est plus le carbinol $A^3 \equiv C - OH$, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, quoique ses dissolutions teignent comme lui, qualitativement et quantitativement, la laine et la soie. Le nouveau corps est caractérisé par la réaction suivante :

» Sa dissolution récente dans l'acide chlorhydrique étendu précipite en blanc par l'acétate de soude. Ceci indique que la place du groupe OH est occupée par un radical moins mobile. Dans les mêmes conditions, le carbinol donne une dissolution violette limpide [1]. Le précipité incolore, abandonné à lui-même dans la liqueur où il s'est formé, disparaît peu à peu à froid, se dissolvant dans l'acide acétique étendu, et le liquide se remplit de cristaux mordorés de $A^3 \equiv C - Cl$.

» Le nouveau composé est donc fort instable : sa nature va être déterminée dans ce qui suit.

» 2. Selon la nature de l'alcool employé pour dissoudre $A^3 \equiv C - Cl$, on obtient des corps différents.

» Dans les alcools méthylique et éthylique, le précipité est cristallisé; dans l'alcool amylique, il est visqueux.

» L'analyse élémentaire des deux premiers dérivés ne peut conduire à aucun résultat, car l'introduction de CH^3 ou de C^2H^5 dans une molécule d'un poids si élevé n'a d'influence que sur les décimales. Celle du troisième ne peut être faite. Mais on a réussi à les transformer en combinaisons bien cristallisées en les traitant par l'iodure de méthyle.

» 3. Ce dernier agit à froid, en présence d'eau ou d'alcool. La matière insoluble au début finit par se dissoudre en deux ou trois jours. On obtient des cristaux blancs ou jaune de soufre, se prêtant bien à l'analyse.

» Outre les trois composés alcooliques précédents, on a traité par CH^3I le carbinol $A^3 \equiv C - OH$ et la leucobase $A^3 \equiv C - H$.

» Il se fixe trois molécules d'iodure de méthyle. D'où l'on infère que tous ces corps sont des triamines.

» Les cinq corps obtenus présentent les caractères généraux suivants : ils sont solubles dans l'eau et les alcools, insolubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme, le sulfure de carbone et la ligroïne.

» La chaleur les altère bien avant 100°C. Ils bleuissent et perdent de l'iodure de méthyle. Il faut, pour l'analyse, les sécher à froid dans le vide sur de la potasse. Deux d'entre eux, savoir :

$$(ICH^3A)^3 \equiv C - OH \quad \text{et} \quad (ICH^3A)^3 \equiv C - OCH^3,$$

retiennent dans ces conditions 3 mol. d'eau qu'on a réussi à éliminer par un courant de vapeur d'iodure de méthyle chauffée à 150°C. Parmi les agents chimiques, c'est la soude caustique qui produit les réactions les plus intéressantes.

---

(1) Dans des dissolutions trop concentrées, on aurait aussi un précipité; mais, par l'addition d'eau, il se redissoudrait.

» En solution alcoolique la soude agit profondément : l'iodure de méthyle est enlevé totalement, et l'on revient à la triamine qui a servi de point de départ. Dans ces réactions, on observe des corps intermédiaires qui seront étudiés dans une autre Note.

» L'oxyde d'argent enlève l'iode et le transforme en bases énergiques, qui régénèrent avec l'acide iodhydrique le corps primitif. Ils se comportent comme l'octométhylleucaniline de MM. A.-W. Hofmann et Ch. Girard (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 603).

» Malgré leur grande ressemblance, les cinq corps étudiés ici se distinguent par une stabilité qui va en décroissant à mesure que le poids de la molécule augmente. Mais entre deux termes consécutifs la différence est faible et laisse place à un doute que l'analyse élémentaire ne peut pas toujours lever. (Du premier au dernier, la richesse en iode varie de 43 à 47 pour 100.) Mais les doutes sont levés par la détermination de la solubilité dans l'eau, ainsi qu'on le voit à l'inspection du Tableau suivant qui donne la quantité dissoute à froid dans 100 parties d'eau :

			Parties.			Parties.	Rapports.
$(ICH^3A)^3 \equiv C - O.C^5H^{11}$	à	18°	48			»	12
» $\equiv C - O.C^2H^5$	à	18°	30,5			»	7,5
» $\equiv C - O.CH^3$	à	18°	24,22	à	16°	21,45	6
» $\equiv C - O.H$	—		—	à	16°	16,08	4
» $\equiv C - H$	à	20°	4,62	à	17°	3,97	1

» Les solubilités décroissent du premier au dernier terme dans le rapport de 12 à 1, et entre deux termes consécutifs la différence est nette.

» *Conclusion.* — L'alcool qui sert de dissolvant, quand on fait agir la soude caustique sur $A^3 \equiv C - Cl$, entre par sa substance même dans la molécule pour former des corps de la forme générale $A^3 \equiv C - OR$, qui sont des dérivés du méthane-oxy-méthane $CH^3 - O - CH^3$. Leur existence et leur mode de formation font ressortir à nouveau la fonction alcoolique qui est une des particularités des rosanilines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers acétiques des sucres.* Note de M. C. TANRET.

« L'éthérification des sucres par l'acide acétique est toujours longue quand on l'effectue soit avec l'acide cristallisable (à 100° et en tube scellé) comme l'a fait, le premier, M. Berthelot lors de sa découverte des alcools polyatomiques, soit avec l'acide anhydre comme M. Schützenberger et ses

élèves. Mais la réaction devient très vive et se termine en quelques minutes, si à l'acide anhydre on a ajouté préalablement de l'acétate de soude fondu ou du chlorure de zinc, ainsi que l'ont proposé MM. Liebermann et Hörmann pour le premier de ces sels, et M. Franchimont pour le second. Ainsi simplifiée, l'opération est devenue courante, chaque fois qu'il s'agit de rechercher une fonction alcoolique ou de déterminer l'atomicité d'un alcool. On peut cependant se demander si ces deux agents d'éthérification produisent ou non et toujours les mêmes éthers, et dans quels cas il pourrait être préférable d'employer l'un plutôt que l'autre. L'étude de cette question vient de me donner déjà quelques résultats qui m'ont paru intéressants; j'ai l'honneur de les présenter à l'Académie.

» I. Les sucres stables, comme les inosites, peuvent être indifféremment éthérifiés avec l'acétate de soude ou le chlorure de zinc : les éthers obtenus avec l'un ou l'autre de ces sels sont identiques.

» II. Les saccharoses et les polysaccharides sont transformés par l'acétate de soude en éthers, dont il est facile de retirer, en les saponifiant par la baryte, l'hydrate de carbone primitif : sucre de canne, raffinose, inuline, hélianthénine, etc. La cryoscopie de leurs solutions dans l'acide acétique indique un poids moléculaire qui concorde avec la formule; on a obtenu, par exemple, PM = 650 pour l'éther octacétique du saccharose (calculé 678) et PM = 942 pour l'éther dodécacétique du raffinose (calculé 1008).

» Le chlorure de zinc, au contraire, même employé à la dose de $\frac{1}{300}$ de l'hydrate de carbone ou du sucre, donne les éthers des glucoses qui en dérivent par hydratation, ce qui est mis en évidence par leur poids moléculaire, leur pouvoir rotatoire et l'action réductrice de ces éthers sur la liqueur cupro-potassique.

» III. Avec les glucoses, la réaction est plus complexe : aussi ne m'occuperai-je en ce moment que des éthers du glucose ordinaire ou dextrose.

» En faisant réagir l'acide acétique anhydre sur le glucose en présence d'acétate de soude ou de chlorure de zinc, j'ai obtenu trois éthers pentacétiques cristallisés que j'appellerai *pentacétines* α, β, γ (¹).

(¹).

	Trouvé.			Calculé pour $C^6H^7O(C^2H^3O^2)^5$.
	Pentacétine α.	Pentacétine β.	Pentacétine γ.	
C	49,42	49,33	49,41	49,23
H	5,72	5,67	5,74	5,64
Acide acétique par saponification	77,40-76,40	77,20-76,40	76,40-76,75	76,92
Poids moléculaire	407	403	421	390

» *Pentacétine* α. — Cet éther se produit à peu près exclusivement avec des quantités très faibles de sels, soit $0^{gr},05$ à $0^{gr},50$ d'acétate de soude, ou $0^{gr},01$ de chlorure de zinc, pour 3^{gr} glucose déshydraté et 12^{gr} anhydride acétique pur. On chauffe le mélange vers 134° jusqu'à ce que le glucose soit dissous, ce qui demande quelques minutes, puis on verse le liquide refroidi dans plusieurs volumes d'eau. Il ne tarde pas à se précipiter un corps blanc, qu'on lave, puis qu'on dissout dans 5 à 6 fois son poids d'alcool à 95° bouillant, d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles soyeuses : c'est la pentacétine α.

» Cet éther du glucose fond à 130° et est légèrement dextrogyre : $\alpha_D = +4°$ (en solution dans le chloroforme ou la benzine à 9 pour 100). Il est soluble à 15° dans 76 p. d'alcool à 95°, 47 p. d'éther et 7 p. de benzine; il est légèrement soluble dans l'eau bouillante où il se liquéfie avant de se dissoudre; le chloroforme le dissout en toutes proportions. Comme ses autres isomères, il réduit la liqueur de Fehling, et peut être sublimé quand on le chauffe dans le vide un peu au-dessus de son point de fusion ([1]).

» *Pentacétine* β. — On l'obtient en même temps que la précédente, quand on élève les doses d'acétate de soude et surtout de chlorure de zinc. Avec $0^{gr},20$ de ce dernier sel elle se produit à peu près seule; tandis que, avec un poids dix fois plus fort d'acétate de soude elle ne forme que le $\frac{1}{5}$ du produit total. Le sel de zinc donne donc principalement la pentacétine β, comme le sel de soude la pentacétine α. Avec ces fortes proportions de sels, la réaction commence aux environs de 100° et est très vive; il faut alors retirer le ballon du feu. En quelques instants, le thermomètre monte à 132° avec le chlorure de zinc et à 137°-142° avec l'acétate de soude. On laisse ensuite refroidir; on précipite par l'eau, et l'on soumet le produit à une série de dissolutions et de cristallisations dans des quantités chaque fois décroissantes d'éther, jusqu'à ce qu'on obtienne un corps à pouvoir rotatoire et à point de fusion constants. La pentacétine β est alors pure.

» Cette pentacétine β fond à 82° et est dextrogyre : $a_D = +59$ (en solution chloroformique à 9 pour 100). Elle est soluble à 15° dans 21,8 parties d'alcool à 95°, 12,7 parties d'éther, et en toutes proportions dans le chloroforme. Elle est légèrement soluble dans l'eau bouillante ([2]).

» *Pentacétine* γ. — Si l'on maintient pendant quelques minutes à l'ébullition, dans 2 parties d'acide anhydre, les éthers précédents additionnés de $\frac{1}{20}$ de chlorure de zinc, on les transforme en un nouvel isomère, la pentacétine γ. Après précipitation par l'eau et lavage, on dissout à plusieurs reprises le produit dans l'alcool bouillant, d'où

([1]) Herzfeld avait déjà obtenu ce corps, mais n'en avait pas reconnu la nature exacte : il l'avait pris pour un octacétyldiglucose (*Berichte d. D. Chem. Gesell.*, t. XIII, p. 265).

([2]) Il y a quelques années, Erwig et Kœnigs ont obtenu, avec une trace de chlorure de zinc, un produit fondant à 111°, qu'ils ont caractérisé, d'après leurs analyses, comme un pentacétyldextrose. C'est un pareil mélange résoluble en pentacétines α et β qui, dans mes expériences, s'est déposé le premier par cristallisation du produit obtenu avec $0^{gr},05$ de chlorure de zinc; il marque environ $a_D = +15°$.

il se dépose par cristallisation en belles aiguilles. La pentacétine β, qui n'a pas été complètement transformée, et la pentacétine α, dont une partie a échappé à la réaction et s'est changée en pentacétine β, restent dans les eaux mères alcooliques.

» La pentacétine γ fond à 111°; c'est la plus dextrogyre des trois : $\alpha_D = +101°,75$. Sa solubilité dans l'alcool à 95° et dans l'éther est intermédiaire entre celles des deux autres isomères; elle se dissout à 15° dans 53 parties d'alcool et 36 parties d'éther. Elle est extrêmement soluble dans le chloroforme et la benzine, et aussi légèrement soluble dans l'eau bouillante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexaméthylène-amine.* Note de M. **Delépine.**

« L'hexaméthylène-amine est une base solide, cristallisée, relativement volatile, découverte par Bouttlerow. Ce savant lui donna la formule rationnelle $Az\left\{\begin{array}{l}Az(CH^2)^2\\Az(CH^2)^2\\Az(CH^2)^2\end{array}\right.$. Il la préparait par l'action de l'ammoniaque sur l'oxyde de méthylène.

» D'autres synthèses ont été faites par M. Friedel, au moyen du chlorométhylate et de l'acétométhylate de méthylène et de l'ammoniaque [1]. J'ai obtenu la même base en employant le chlorure et le chlorobromure de méthylène et une solution d'ammoniaque dans l'alcool méthylique.

» Mes recherches ont porté sur : 1° la grandeur moléculaire; 2° l'action des acides minéraux; 3° la nature de la fonction basique; 4° la formation de dérivés de substitution : les nitrosés et leur destruction par les acides; 5° l'hydrogénation.

» 1° *Poids moléculaire.* — M. Tollens, qui s'est beaucoup occupé de cette base, a trouvé pour la densité de vapeur presque le chiffre théorique. Plus tard, MM. Tollens et Moschatos trouvèrent, par la cryoscopie, des chiffres moyens voisins de 121, c'est-à-dire plus rapprochés de la formule $C^6H^{12}Az^4 = 140$ que de $C^3H^6Az^2 = 70$, proposée ces derniers temps par MM. Trillat et Fayollat avec la constitution $CH^2\left\langle\begin{array}{l}Az = CH^2\\Az = CH^2\end{array}\right.$. En solution acétique, j'ai obtenu par la cryoscopie les résultats suivants :

Matière	4,8350	Dissolvant	121,05
Point de congélation de l'acide	avant	16°,16	
	après	14°,96	

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 248.

d'où

$$M = 39 \frac{4,835 \times 100}{121,05 \times 1,20} = 130.$$

» Si l'on fait une nouvelle détermination quelques instants après, puis une troisième, on a des abaissements plus forts qui conduisent aux valeurs M = 107, puis 100.

» Si on la fait immédiatement après la dissolution, on arrive à des résultats des plus satisfaisants : trouvé 137 au lieu de 140.

» L'abaissement de M, avec la durée du temps qui s'écoule entre la dissolution et la détermination expérimentale, est dû à un commencement de décomposition de l'hexaméthylène-amine, faisant retour à l'aldéhyde formique et à l'ammoniaque. L'action du réactif de Nessler sur une solution acétique ancienne neutralisée par la potasse le prouve amplement : il se forme un précipité rouge dû à l'ammoniaque, suivi bientôt d'une coloration noire causée par la réduction du sel mercuriel sous l'influence de l'aldéhyde formique. L'hexaméthylène-amine seule ou en présence de la potasse est, d'ailleurs, rigoureusement sans action sur ce même réactif.

» Le chloroplatinate a la formule $(C^6H^{12}Az^4HCl)^2PtCl^4 + 4H^2O$, cadrant avec le poids moléculaire fourni par la cryoscopie.

» 2° *Action des acides minéraux.* — Ils rendent très rapide le retour à l'aldéhyde et à l'ammoniaque, retour d'autant plus rapide que l'acide est plus concentré et plus chaud.

» 3° *Fonction basique.* — L'iodure de méthyle et l'iodure d'éthyle donnent des corps de formule $C^6H^{12}Az^4RI$, d'après Vohle. J'ai vérifié ce fait et trouvé aux composés formés toutes les propriétés des iodures d'ammonium quaternaires. L'hexaméthylène-amine est donc une base tertiaire.

» 4° *Dérivés de substitution : nitrosés.* — M. Griess a décrit un produit de formule $(CH^2)^5(AzO)^2Az^4$ obtenu par nitrosation ; M. Mayer a repris la question et préparé un composé polymère de $(CH^2 = Az - AzO)$; la cryoscopie lui donna une valeur moléculaire comprise entre les multiples 3 et 4. Je propose le chiffre 4, et non 3, adopté par Mayer, ce qui donne la série régulière :

$(CH^2)^6Az^4$,	$\left.\begin{matrix}(CH^2)^5\\(AzO)^2\end{matrix}\right\} Az^4$,	$\left.\begin{matrix}(CH^2)^4\\(AzO)^4\end{matrix}\right\} Az^4$.
Hexaméthylène-tétramine.	Dinitrosopentaméthylène-tétramine.	Tétranitrosotétraméthylène-tétramine.

» Le corps $(CH^2)^5(AzO)^2A^4$, encore deux fois basique, est susceptible,

en effet, de fixer l'iode, tandis que le corps $(CH^2)^4(AzO)^4Az^4$, dont toutes les fonctions basiques ont été nitrosées, n'a pu être combiné à aucun corps.

» La réaction la plus importante de dinitrosopentaméthylène-tétramine est celle qu'il donne avec les acides : M. Griess a montré qu'avec HCl chaud et dilué il subit l'hydratation quantitative

$$(CH^2)^5(AzO)^2Az^4 + 3H^2O = 5CH^2O + 2AzH^3 + 2Az^2.$$

» En employant l'acide acétique concentré et froid, j'ai obtenu une dislocation moins avancée, également quantitative,

$$(CH^2)^5(AzO)^2Az^4 = \tfrac{1}{2}[(CH^2)^6Az^4] + 2Az^2 + 2CH^2O,$$

c'est-à-dire qu'il s'est dégagé la même quantité d'azote que ci-dessus, mais que le reste $(CH^2)^3Az^2$ ne s'est pas hydraté; il s'est doublé pour régénérer l'hexaméthylène-amine.

» 5° L'*hydrogénation* par le zinc et les acides chlorhydrique ou acétique ne m'a fourni que de la triméthylamine et de l'ammoniaque, ainsi qu'il résulte des analyses très concordantes que j'ai faites du bismuthate, du chloroplatinate et de l'iodométhylate de triméthylamine.

» La formule de constitution suivante

$$CH^2\left\langle\begin{array}{l}Az—CH^2—Az\\ \quad >CH^2 \quad CH^2< \\ Az—CH^2—Az\end{array}\right\rangle CH^2$$

satisfait à l'ensemble des faits que j'ai cités. Par exemple, le cas le plus important, celui de la destruction du dinitrosé par l'acide acétique, s'exprime facilement par le schéma

$$CH^2\left\langle\begin{array}{l}Az—CH^2—Az—AzO\\ \quad >CH^2 \quad CH^2< \\ Az—CH^2—Az—AzO\end{array}\right. = CH^3\left\langle\begin{array}{l}Az—CH^2—\\ \quad >CH^2\\ Az—\end{array}\right. + 2Az^2 + 2CH^2O.$$

Le résidu bivalent engendré reconstitue la formule primitive en se combinant à un résidu semblable.

» L'hydrogénation pour donner la triméthylamine s'explique si l'on remarque que les azotes sont fixés à trois carbones [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École de Pharmacie.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de Coula du Congo français.* Note de MM. **H. Lecomte** et **A. Hébert**, présentée par M. A. Gautier.

« Les premiers échantillons de Coula furent rapportés du Gabon en 1845 par M. Aubry-Lecomte et étudiés par M. H. Baillon (¹) qui créa le genre Coula (famille des Olacinées). L'un de nous a eu l'occasion de rencontrer, au Congo français, un arbre qui répond à la description du genre Coula de M. Baillon; les noirs du pays Loango le désignent sous le nom de *Koumounou* et les M'Pongoués sous celui de *Coula*.

» *Étude botanique.* — Le Koumounou ou Coula est un arbre de 15^m à 20^m. Les feuilles alternes, dépourvues de stipules, possèdent un pétiole de 2^{cm} à 3^{cm} de long, canaliculé à la face supérieure et supportant un limbe glabre, luisant à la face supérieure et acuminé au sommet. Ces feuilles portent des nervures pennées; le limbe mesure $0^m,16$ à $0^m,20$ de long sur $0^m,06$ à $0^m,07$ de large. Les feuilles et les jeunes rameaux présentent une teinte ferrugineuse très nette.

» Par tous leurs caractères essentiels, les fleurs se rapprochent de celles du *Coula edulis;* mais le fruit, de la forme de celui du noyer, n'est pas aplati au sommet, comme celui du *Coula edulis* décrit par M. Baillon ; il est, au contraire, un peu ovoïde, à grand axe continuant le pédoncule, et le noyau est recouvert de petites saillies arrondies au lieu d'être lisse. Il présente à son sommet, à partir du pôle supérieur, et sur une longueur de plus de 1^{cm}, dans trois directions rayonnantes, une saillie représentant les lignes de suture des carpelles. Chez certains fruits, cette suture est même incomplète, et l'on peut facilement les séparer en introduisant un scalpel dans la fente.

» Le noyau, dont les parois ont une épaisseur dépassant souvent 3^{mm}, est tapissé à l'intérieur par une couche peu épaisse de tissu brunâtre, qui paraît avoir pour origine la partie la plus interne du tissu carpellaire. Chaque fruit contient une graine unique, à peu près sphérique, de $1^{cm},5$ de diamètre environ, présentant extérieurement un sillon très net allant du point d'attache au pôle supérieur. Au-dessous du pôle supérieur se voit une cavité cylindrique de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre, renfermant l'embryon. De cette cavité part un canal mal délimité qui débouche dans la région de la chalaze. L'embryon ne remplit pas toute la cavité dans laquelle il est logé; il a au plus 2^{mm} à $2^{mm},5$ de long et présente deux cotylédons très petits. Le tissu remplissant la graine, en dehors de l'embryon, est constitué par un albumen d'origine probablement nucellaire, dont les cellules sont gorgées de gouttelettes de graisse d'un diamètre variant de 5μ à 10μ. Ces graines sont comestibles; elles présentent un goût assez prononcé et agréable de pain de seigle.

» *Étude chimique.* — Les graines décortiquées ont donné une proportion de

(¹) *Adansonia*, vol. III, p. 61.

72 parties d'écorces et 28 parties d'amandes pour 100 de graines. Ces écorces, pilées, tamisées, puis séchées à 100°, ont fourni 13 pour 100 d'eau. Le produit séché avait comme composition :

Cendres		3,46	
Matières grasses		4,09	
Matières azotées totales		11,25	(Azote = 1,80 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 4,03 p. 100.	Matières azotées	1,43	(Azote = 0,23 pour 100)
	Sucres réducteurs	traces	
	Sucres non réducteurs	traces	
	Gommes, tannins, acides végétaux, etc	2,60	
Cellulose		29,82	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues). Par différence		48,78	
		100,00	

» Cette écorce, en raison de sa consistance, ne paraît devoir comporter aucune application importante.

» Les amandes, pilées et séchées à 100°, ont accusé une proportion d'humidité égale à 10,5 pour 100. Elles ont été épuisées par la benzine pour en extraire la matière grasse; celle-ci a été isolée par distillation du dissolvant, puis séchée à 100°. Le rendement des amandes en huile a été de 22 pour 100, ce qui ne correspond qu'à une quantité de 5,5 d'huile pour 100 de graines non décortiquées.

» Le tourteau laissé par les amandes, après épuisement à la benzine, a été séché et analysé; il contenait :

Cendres		2,63	
Matières azotées totales		16,25	(azote = 2,60 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 14,23 pour 100.	Matières azotées	7,68	(azote = 1,23 p. 100)
	Sucres réducteurs	0,28	
	Sucres non réducteurs	0,20	
	Gommes, tannins, acides végétaux, etc	6,07	
Cellulose		16,30	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues). Par différence		58,27	
		100,00	

» Ce tourteau constitue donc une substance assez azotée et qui pourrait être employée comme engrais ou comme nourriture pour le bétail.

» *Étude de la matière grasse.* — L'huile extraite des amandes de Koumounou est jaune, complètement liquide, fort peu soluble dans l'alcool à 90°. Sa densité est de 0,913 à 16° et de 0,905 à 30°; elle se solidifie vers 0° et fond à 5° ou 6°; elle présente les réactions suivantes :

» Échauffement avec l'acide sulfurique monohydraté : + 39°.

» Avec l'acide azotique et le mercure. — Masse jaunâtre, pâteuse après plusieurs heures.

» Avec la potasse ($d = 1,34$). — A froid, masse jaunâtre; à chaud, savon jaune, mou.

» Avec l'acide azotique fumant. — Zone de séparation rouge orangé.

» Avec l'acide sulfurique. — Coloration rouge verdâtre.

» Avec l'eau bouillante et la litharge. — Emplâtre mou.

» Degré marqué à l'oléoréfractomètre d'Amagat et F. Jean :

A 30°..................	—1°,5
A 45°..................	—4°

» La matière grasse, après saponification par la soude alcoolique, puis décomposition des sels de sodium par l'acide sulfurique, a fourni une proportion d'environ 90 pour 100 d'acides gras liquides, jaunes, dont les sels de plomb étaient solubles en totalité dans l'éther.

» Ces acides ont été caractérisés en les traitant par le nitrate acide de mercure qui les a transformés en une masse jaunâtre; celle-ci, lavée à l'eau et recristallisée dans l'alcool, a donné un corps fondant à 43°-44°, point de fusion de l'acide élaïdique. Les acides gras de l'huile de Koumounou se composent donc presque uniquement d'acide oléique.

» Un dosage approximatif de glycérine, fait sur les eaux-mères de la saponification, en a indiqué une proportion d'environ 9 parties pour 100 d'huile.

» L'huile de Koumounou n'est donc que de la trioléine presque pure; c'est un curieux exemple d'une matière grasse contenant un seul acide [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveaux faits relatifs au mécanisme de l'hyperglycémie et de l'hypoglycémie. Influence du système nerveux sur la glycosoformation et l'histolyse.* Note de M. M. **Kaufmann**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les résultats que j'ai exposés dans une précédente Note [2] établissent que, dans la production de l'*hyperglycémie*, deux activités fonctionnelles interviennent simultanément : la glycosoformation intrahépatique et la résorption histolytique générale. En même temps que le foie fabrique du sucre en plus grande abondance, les divers tissus cèdent plus

(1) La partie botanique de ce travail a été faite au laboratoire de M. Van Tieghem, au Muséum; la partie chimique a été exécutée au laboratoire des Travaux pratiques de Chimie, à la Faculté de Médecine de Paris.

(2) *Comptes rendus*, 14 janvier 1895.

activement au sang leurs matériaux de réserve. Ceux-ci, transportés dans l'organe hépatique, y sont utilisés pour la formation du sucre.

» Parmi les substances de réserve, il en est une qui est tout particulièrement propre à la fabrication glycosique; c'est la matière glycogène. Cette matière, répandue un peu partout dans l'organisme, est surtout abondante dans le foie et les muscles.

» L'hyperglycémie, cause directe de la glycosurie, étant le résultat d'une exagération de la formation sucrée, doit coïncider avec une diminution rapide de la réserve de matière glycogène du foie et des divers tissus. Les faits démontrent qu'il en est bien ainsi.

» *Expérience I.* — Sur un chien à jeun, on prélève un morceau de foie et un morceau de muscle de la cuisse, puis on fait la piqûre bulbaire. Six heures après, l'urine étant très sucrée, on tue l'animal par hémorragie et l'on prélève un second morceau de foie et un second morceau de muscle. Ce dernier est pris sur le membre postérieur opposé, en un point bien symétrique à celui où fut faite la première prise. Aussitôt après leur enlèvement, tous ces tissus sont traités par le procédé de Külz Brücke pour le dosage du glycogène. Celui-ci est finalement transformé en sucre sous l'influence de l'acide chlorhydrique et de l'ébullition prolongée pendant au moins dixheures.

	Glycogène en glucose pour 1000gr de	
	foie.	muscle.
Immédiatement avant la piqûre bulbaire...	44gr	7,2
Six heures après........................	5,9	2,8

» Cette diminution rapide et énorme du glycogène hépatique et musculaire s'observe non seulement dans le diabète par piqûre bulbaire, mais aussi dans le diabète pancréatique (von Mering et Minkowski) et dans le diabète spontané (von Mering, Frerichs, etc.). Ce fait, qui semble lié à tout état hyperglycémique, vient confirmer que la fabrication surabondante de sucre dans le foie est accompagnée d'une résorption histolytique générale plus active.

» Les faits tirés de l'étude expérimentale de l'*hypoglycémie* viennent également appuyer la donnée ci-dessus. L'hypoglycémie, état inverse de l'hyperglycémie, est le fait de la diminution de la formation et non celui de l'exagération de la destruction du sucre. La perte en glucose qu'éprouve le sang dans le réseau capillaire général est même un peu plus faible que celle qu'il éprouve dans l'état normal ou hyperglycémique (Chauveau et Kaufmann).

» Dans l'hypoglycémie, la production du sucre dans le foie est diminuée;

Cl. Bernard croyait même qu'elle était arrêtée complètement après la section de la moelle épinière en avant de la région dorsale et qu'alors la matière glycogène non seulement ne diminuait pas dans le foie, mais pouvait même y augmenter et s'y accumuler. Cette vue de Cl. Bernard n'est pas vérifiée par l'expérience. Chez l'animal à jeun, la section de la moelle épinière, en avant de la première vertèbre dorsale, n'arrête jamais complètement la production du sucre dans le foie et son déversement dans le sang (Chauveau et Kaufmann); elle ne détermine pas non plus une accumulation de glycogène dans le parenchyme hépatique. Les expériences suivantes le démontrent :

» *Expériences II et III.* — Chiens à jeun. Section de la moelle épinière en avant de la première vertèbre dorsale. Dosage du glycogène du foie pris avant et après la section :

	Glycogène en glucose pour 1000gr de foie.	
	Exp. II.	Exp. III.
Avant la section médullaire.....	17,6	71,6
5h 30m après..................	2,3	38,7

» Ainsi l'hypoglycémie consécutive à la section de la moelle épinière, en avant de la première vertèbre dorsale, est accompagnée d'une diminution considérable de la matière glycogène du foie.

» Ce fait semble devoir infirmer l'opinion d'après laquelle l'hypoglycémie est attribuée à une diminution de la formation sucrée dans le foie. Mais les résultats suivants montrent que la contradiction n'est qu'apparente. En effet, si l'on recherche ce que devient le glycogène qui disparaît du foie après la section médullaire, on constate qu'il n'est pas uniquement utilisé pour la fabrication du sucre ; une grande partie de ce glycogène est déversé en nature dans le sang, puis emmagasiné par les muscles.

» *Expériences IV et V.* — Chiens à jeun. Section de la moelle épinière en avant de la première vertèbre dorsale. Dosage du glycogène dans les muscles symétriques des deux membres postérieurs, enlevé l'un avant la section, l'autre après :

	Glycogène en glucose pour 1000gr de muscle.	
	Exp. IV.	Exp. V.
Avant la section médullaire.....	10,7	8,3
5h 30 après..................	13,5	10

La réaction du glycogène du sang était également plus nette après qu'avant la section.

» L'accumulation du glycogène dans les muscles du train postérieur n'est pas le fait de la paralysie. En effet, si, au lieu de faire la section médullaire dans un point où elle provoque l'hypoglycémie, on la pratique en un point où elle laisse la glycémie dans son état normal, on constate que, malgré la paralysie, le glycogène ne s'accumule pas en proportion notable dans les muscles des membres postérieurs.

» *Expérience VI.* — Chien à jeun. Section de la moelle entre les deuxième et troisième vertèbres lombaires. Cette section ne détermine pas d'hypoglycémie.

	Glycogène en glucose pour 1000gr de muscle.
Au moment de la section médullaire	10,5
Cinq heures quinze minutes après	11,1

» L'ensemble de ces résultats permet de poser les conclusions suivantes :

» 1° Dans les diverses déviations de la fonction glycémique, il y a à la fois une modification de l'activité de la glycosoformation et de l'histolyse générale;

» 2° Dans l'*hyperglycémie* et par suite dans le diabète, la glycosoformation et la résorption histolytique sont activées;

» 3° Dans l'*hypoglycémie*, la glycosoformation et l'histolyse sont diminuées;

» 4° La section de la moelle dans la région avoisinant le renflement brachial modifie le mode de fonctionnement du foie : cet organe déverse alors dans le sang moins de sucre et plus de glycogène;

» 5° La même section médullaire modifie également la nutrition dans tous les tissus : elle augmente leur puissance d'emmagasinement et, par suite, diminue la résorption histolytique;

» 6° Le système nerveux exerce une action régulatrice à la fois sur les phénomènes nutritifs des divers tissus et sur les élaborations intrahépatiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens* (1).
Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une première Note du 7 janvier, j'ai exposé le mode de formation et la signification des divers éléments cellulaires qui constituent l'am-

(1) Travail fait à la station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

poule testiculaire. Des divisions mitotiques successives des spermatoblastes résulte la formation de colonnes prismatiques dirigées suivant les rayons de l'ampoule et composées d'une masse commune de protoplasme granuleux au sein de laquelle sont plongés les tritospermatoblastes constitués par leur noyau entouré d'une zone claire de protoplasme propre. Alors commencent les modifications qui transforment ces derniers éléments en spermatozoïdes.

» Le noyau prend un aspect homogène, se colore uniformément en apparence, et devient très réfringent. Cela tient à ce que la nucléine se présente sous la forme de globules pressés qui se colorent vivement et qui occupent toute la masse du noyau.

» Bientôt sur la périphérie de cette masse quelques globules prennent un aspect vésiculeux et perdent leur coloration. Ces vésicules claires, hyalines grandissent surtout vers le pôle céphalique du noyau; à ce niveau la masse colorée se rétrécit et devient pyriforme. Sur la paroi des vésicules claires se distinguent à de très forts grossissements des grains colorés très fins qui en marquent les contours.

» Il résulte de là que le noyau se présente comme coiffé vers sa pointe d'un capuchon hyalin (capuchon céphalique d'Hermann).

» Puis la masse colorée s'allonge, parce que les globules qui la composent se déroulent comme le ferait un chapelet pelotonné. Ce déroulement se fait du pôle céphalique au pôle caudal. Ainsi se produit une tige moniliforme très colorée et réfringente, autour de laquelle les vésicules claires qui se sont allongées et ont perdu leurs fins granules colorés forment un manchon hyalin. Ces parties s'allongent encore, et les renflements globulaires du cordon central s'effacent. Mais dans certains cas (*Acanthias, Torpedo, Scyllium*) ce cordon prend un aspect ondulé très élégant. Tels sont les processus principaux par lesquels se constitue la tête du spermatozoïde. Elle résulte surtout de la condensation et de l'élongation d'une portion de la nucléine du noyau et de la vésiculisation et décoloration de l'autre portion.

» Voici les modifications subies par le protoplasme de la cellule : la masse cytoplasmique abandonne le pôle céphalique du noyau, pour se porter vers le pôle caudal. Elle devient d'abord pyriforme pour acquérir, en s'allongeant, la forme d'un cylindre terminé par un cône. Avec de puissants objectifs on y reconnaît un réseau qui englobe les vésicules protoplasmiques. Aux nœuds du réseau sont des grains d'une finesse extrême qui se colorent comme la nucléine. A mesure que le cytoplasme s'allonge les mailles du réseau et les vésicules qu'elles enveloppent se rangent en sé-

ries longitudinales parallèles. Entre ces séries les filaments du réseau se présentent comme des lignes presque droites, au nombre de 3 ou 4, et marquées par des grains chromophiles plus nombreux. Elles viennent converger au sommet du cône terminal pour se fondre en un filament unique qui les continue et qui s'échappe du sommet, comme filament caudal.

» Les trois ou quatre lignes qui formaient ses racines se réduisent bientôt à une seule centrale, qui est probablement le résultat de leur concentration et de leur feutrage. Les séries superficielles de vésicules rendues ainsi libres sont rejetées ou résorbées, et il ne reste de tout le cytoplasme que le filament central entouré sur un certain parcours par une couche simple de vésicules, et se continuant à l'état libre et très allongé comme filament caudal. Le spermatozoïde ainsi formé comprend donc : 1° une tête entourée de son manchon hyalin; 2° un segment moyen, résidu du cytoplasme et formé d'une colonne étroite de vésicules, au centre de laquelle court le filament caudal; 3° un filament caudal libre très allongé et très fin résultant de la concentration et du feutrage du réticulum du cytoplasme.

» Pendant ce temps se sont opérés des changements topographiques dans la colonne prismatique qui renfermait les tritospermatoblastes. Ces cellules se sont portées à la périphérie de la colonne, les noyaux dirigent leur pôle céphalique pointu vers la périphérie, et les masses cytoplasmiques se portent vers le centre.

» Tous ces éléments sont englobés dans une masse de protoplasme granuleux et vacuolaire, qui est le résidu du protoplasme commun qui comprenait les germes. Il est en voie de destruction. Je l'ai appelé, chez les Crustacés décapodes, le protoplasme *caduc*. A mesure que se forment les spermatozoïdes, il se résorbe et se ratatine vers sa base, c'est-à-dire vers l'enveloppe de l'ampoule, et il entraîne dans ce mouvement les spermatozoïdes qui sont ainsi rapprochés et réunis en faisceaux. La destruction et la désagrégation finale de cette espèce de ciment qui les maintenait en place les rend libres, et ils se détachent, laissant la paroi de l'ampoule recouverte par des cônes protoplasmiques qui s'étaient insinués entre les faisceaux, et qui renferment à leur base la cellule dite *basilaire* ou *recouvrante*, et parfois vers le sommet le corps problématique plus ou moins effacé. C'était le début d'une nouvelle génération de spermatozoïdes, mais qui avorte par suite de l'atrophie de l'ampoule.

» Les points exposés dans la Note précédente et dans celle qui l'a pré-

cédée montrent entre la spermatogenèse chez les Sélaciens, chez les Crustacés décapodes, et plus spécialement chez les Carides, chez les Locustides, un parallélisme de processus extrêmement frappant. Il résulte, en effet, de mes recherches déjà publiées que, dans tous les cas, on observe :

» 1° Formation de nids *primitifs* de germes, sous forme de plasmodie, par la multiplication amitotique des noyaux du tissu conjonctif germinatif;

» 2° Formation de nids *secondaires* par la multiplication amitotique des noyaux de la membrane conjonctive propre de la cavité testiculaire ;

» 3° Situation des germes dans une masse commune de protoplasme qui deviendra le protoplasme *caduc;*

» 4° Acquisition par les noyaux-germes d'un protoplasme propre pour devenir des protospermatoblastes;

» 5° Division mitotique deux fois répétée de ces éléments cellulaires pour arriver aux tritospermatoblastes;

» 6° Formation de la tête du spermatozoïde aux dépens d'une portion de la nucléine de la cellule qui se condense, tandis que l'autre portion devient achromatique en devenant vésiculeuse et forme le capuchon ou manchon céphalique hyalin;

» 7° Formation des filaments radiés ou caudal ainsi que du segment moyen aux dépens du cytoplasme. Comme chez les Locustides, le filament caudal résulte, chez les Sélaciens, de la concentration et du feutrage du réseau du cytoplasme.

» Ce parallélisme dans les processus fondamentaux de la spermatogenèse, dans des groupes si différents, me paraît digne de remarque. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de fixation des Acéphales à l'aide du byssus*. Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Un très grand nombre d'Acéphales se fixent à l'aide du byssus sur les corps étrangers. Depuis longtemps, on a étudié la structure du byssus et l'on a reconnu qu'il provient de la sécrétion d'une glande, souvent très volumineuse, située à la base du pied; mais des questions, pourtant intéressantes, paraissent avoir été négligées.

» Comment s'opère l'accolement du byssus contre les corps étrangers? Un animal, dont le byssus est rompu, peut-il se fixer de nouveau? Se fixe-t-il à l'aide de l'ancien byssus? Le mode d'adhérence du byssus est-il le

même dans tous les Acéphales, malgré la diversité de disposition de cet organe? Pour répondre à ces diverses questions, qui sont en rapport avec les conditions d'existence de ces mollusques, il ne suffisait pas de reprendre les études anatomiques et histologiques faites sur des animaux conservés, il fallait les compléter par des observations directes, à l'aide d'Acéphales vivants. Grâce aux nombreux matériaux d'étude que j'avais à ma disposition, au laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, j'ai pu multiplier suffisamment les observations et instituer une série d'expériences.

» Le type d'Acéphale qui, grâce à la facilité avec laquelle on le fait vivre dans les aquariums, m'a donné les résultats les plus concluants, est l'*Arca tetragona*. Chez ce Lamellibranche, le byssus est compact et représente un volume énorme par rapport à la masse totale de l'animal.

» Voici le résumé de quelques expériences :

» Première expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont mises en observation dans un aquarium, après qu'on a eu soin de décoller la partie adhérente du byssus aux corps étrangers.

» *Résultat.* — Au bout de quelques jours chaque Arche a rejeté son byssus et s'est fixée à l'aide d'une sécrétion nouvelle.

» Deuxième expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont disposées à fleur d'eau, le byssus adhérent encore aux corps étrangers sur lequel l'animal est fixé. Elles sont placées de manière qu'une partie de la coquille reste hors de l'eau.

» *Résultat.* — Deux jours après, au plus tard, chaque Arche a abandonné l'ancien byssus qui reste collé aux corps étrangers, et se fixe sur le fond de l'aquarium.

» Troisième expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont mises en observation dans les mêmes conditions que dans la première expérience; mais le byssus, au lieu d'être complètement conservé, a été sectionné transversalement à la moitié de sa hauteur.

» *Résultat.* — Au bout de deux ou trois jours, chaque Arche s'est fixée sans rejeter son ancien byssus, et l'accolement s'est fait au niveau de la section transversale.

» Quatrième expérience. — Des *Arca tetragona* très jeunes, dont le byssus a été conservé comme dans la première expérience, sont mises en observation.

» *Résultat.* — Le lendemain, chacun de ces petits Acéphales s'est fixé à l'aide de l'ancien byssus.

» Ces expériences prouvent que les Arches adultes sont obligées pour se fixer, lorsqu'un décollement a eu lieu, de rejeter l'ancien byssus pour en sécréter un nouveau, à moins que le byssus n'ait été sectionné en partie, tandis que les Arches jeunes peuvent se fixer à l'aide de l'ancien organe conservé.

» La structure du byssus étudiée sur des coupes, sur les adultes et sur les jeunes, explique ces faits en apparence contradictoires. Le byssus sécrété entre des lames glandulaires, ce qui est un fait général chez les Acéphales, est constitué chez les Arches par une série de lamelles emboîtées les unes dans les autres. La matière sécrétée à l'état fluide est injectée entre les lames et protégée par le pied contre l'action de l'eau : tant que la matière sécrétée trouve une issue, elle peut rétablir l'adhérence du byssus, c'est ce qui a lieu chez les Arches jeunes. Quand, au contraire, le byssus est devenu compact dans sa partie supérieure, cette injection est impossible; la matière sécrétée ne peut plus atteindre la partie supérieure du byssus qui doit être rejeté.

» Je crois que le mode d'adhérence du byssus est le même dans tous les Acéphales, malgré la diversité de dispositions de cet organe; j'espère établir, dans un prochain Mémoire, que l'accolement est toujours dû à l'action du pied, les variations que l'on constate dans l'apparence de l'organe byssal étant sous la dépendance immédiate de l'organe pédieux des Lamellibranches. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'adhérence des Amibes aux corps solides.* Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Dans son Mémoire classique sur la Mérotomie de l'*Amœba Proteus*, Bruno Hofer (¹) décrit les conditions dans lesquelles cet être rampe à la surface des corps solides plongés dans l'eau et déclare que cet état de reptation est indispensable pour que l'animal puisse se nourrir. Toutes les observations que j'ai faites confirment cette assertion, mais je ne puis rester d'accord avec l'auteur allemand au sujet du procédé par lequel se réalise l'adhérence au porte-objet d'une Amibe flottant préalablement dans le liquide de la préparation.

» Bruno Hofer admet que cette adhérence est due à la sécrétion par l'Amibe d'une certaine substance agglutinante que le microscope ne permet pas de distinguer; il trouve une preuve de son existence dans la comparaison avec la traînée de mucus que laisse, aux endroits où il vient de passer, un plasmode de Myxomycète rampant hors de l'eau, sur un corps solide.

» Je fais remarquer d'abord que cette comparaison n'est pas juste et que le phéno-

(¹) *Jenaische Zeitschrift*, vol. 24.

mène présenté par le Myxomycète *hors de l'eau* ne peut en aucune façon faire conclure à l'existence d'une production semblable chez l'Amibe rampant *dans l'eau*. Il y a, entre les deux cas, une différence dont on peut se faire rapidement une idée approximative, si l'on songe à une gouttelette d'huile lourde, glissant sur le fond d'un cristallisoir plein d'air ou d'un cristallisoir plein d'eau.

» Il y a en outre une évidente contradiction entre l'hypothèse de Bruno Hofer et l'observation qu'il a lui-même faite après la mérotomie, que la partie de l'Amibe qui est dépourvue de noyau ne peut plus adhérer au porte-objet. Est-ce que l'opération qui a divisé l'Amibe en deux parties a pu détruire cette substance visqueuse qui la faisait adhérer tout à l'heure aux corps solides? Quand, par l'effet de la pesanteur seule, la partie énucléée descendra sur le porte-objet, la substance visqueuse qui l'enduisait antérieurement devrait naturellement l'y faire adhérer de nouveau, comme cela a lieu pour la partie nucléée. Je ne vois pas pourquoi Bruno Hofer juge qu'une nouvelle sécrétion serait nécessaire pour produire le phénomène d'adhérence. La discussion de cette hypothèse a sa raison d'être, puisque le savant allemand y trouve une nouvelle preuve à l'appui de ce fait d'une haute importance biologique et que d'autres observations lui ont fait admettre : « que les sécrétions protoplasmiques ont » lieu seulement sous l'influence du noyau ». L'étude attentive du phénomène m'a prouvé qu'on n'y peut pas faire vraisemblablement intervenir une sécrétion visqueuse quelconque.

» Quand une *Amœba Proteus* est apportée dans une goutte d'eau sur un porte-objet, elle flotte au début librement dans l'eau et a une forme sphérique irrégulière avec quelques ébauches de pseudopodes *immobiles*; son poids la fait descendre dans l'eau tranquille jusqu'au porte-objet; c'est ici que l'observation devient intéressante. Pour la suivre dans tous ses détails, j'agite de temps en temps, avec l'extrémité d'une aiguille, l'eau de la préparation sans quitter le microscope de l'œil (Leitz, oc. 3, obj. 4); de très petits mouvements de l'aiguille, à quelque distance de l'Amibe, suffisent à déterminer dans l'eau des courants qui entraînent manifestement les corps libres et font distinguer ainsi au milieu d'eux les corps adhérant au porte-objet. En opérant un très grand nombre de fois comme je viens de le dire, voici ce que j'ai constaté :

» L'Amibe, irrégulièrement sphérique avec quelques ébauches de pseudopodes immobiles, descend par l'effet de la pesanteur au voisinage du porte-objet; le point de son corps qui en est le plus rapproché est, naturellement, l'extrémité d'un pseudopode en forme de cône à pointe mousse. Au bout de quelques instants de repos, ce pseudopode s'allonge horizontalement, et en même temps de faibles mouvements de l'aiguille font remarquer que l'adhérence commence; l'Amibe, au lieu de rouler au gré d'un courant très faible, oscille seulement dans tous les sens autour du sommet fixe du pseudopode. Le repos continuant, le pseudopode s'allonge parallèlement au porte-objet; les mouvements de l'aiguille ne peuvent plus produire qu'une oscillation restreinte autour du pseudopode horizontal comme axe et non plus dans tous les sens comme précédemment; puis, d'autres

pseudopodes naissent autour du premier; toute la substance de l'Amibe s'étale, petit à petit, parallèlement au porte-objet; à ce moment, les mouvements de l'aiguille peuvent déterminer des courants assez vifs dans la préparation, sans que l'Amibe bouge; *elle est adhérente*. Mais, si, pour une raison quelconque, l'animal se contracte, *il cesse d'adhérer au porte-objet*.

» Que devient dans ces conditions l'hypothèse de Bruno Hofer? D'abord, nous avons vu que l'adhérence commence par un pseudopode *en voie d'extension;* or, il est très facile de constater que jamais un corps solide en suspension dans le liquide ne vient adhérer à un tel pseudopode, ce qui aurait lieu infailliblement s'il sécrétait cette substance visqueuse hypothétique. Tous les corps étrangers que l'on peut trouver adhérant extérieurement à une Amibe sont, quand il y en a, localisés à la région postérieure inerte de cette Amibe (je ne puis m'étendre ici sur leur provenance), c'est-à-dire à la région de l'Amibe qui viendra adhérer la dernière au porte-objet. Dans l'hypothèse de Bruno Hofer, le contraire aurait lieu. En outre, pourquoi l'Amibe se détacherait-elle du porte-objet quand elle se contracte, si elle était unie à ce porte-objet par une matière visqueuse?

» J'ai exposé, dans un Mémoire en cours de publication [1] (dans lequel, pour ne pas compliquer les considérations physiques, je néglige pour le moment la discussion de la structure réticulée), que le protoplasma de l'Amibe présente une couche externe douée au contact de l'eau d'une forte tension superficielle. Nous devons donc admettre que l'Amibe, descendant sous l'influence de la pesanteur au voisinage du porte-objet, *ne touche pas* ce porte-objet; elle en est séparée par une couche aqueuse dont l'épaisseur a un minimum. Tant que l'Amibe a sa forme contractée de sphère irrégulière, la partie de sa surface extérieure qui est à une très petite distance du porte-objet est très minime. A mesure que le pseudopode s'étale, cette partie devient de plus en plus grande et il y a entre les deux surfaces parallèles voisines des attractions moléculaires de plus en plus importantes. Enfin, quand l'Amibe est complètement étalée (et l'on constate facilement alors que son épaisseur a beaucoup diminué), sa face inférieure est devenue une sole plane parallèle au porte-objet et très voisine de celui-ci; *il y a adhérence par attraction moléculaire;* cette adhérence persiste naturellement quand de nouveaux pseudopodes se forment et s'étalent dans le même plan; elle disparaît naturellement aussi quand, par contraction, le corps reprend une forme sphérique. L'adhérence n'est d'ailleurs jamais très énergique. On peut comparer l'Amibe contractée et

---

(1) *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique.*

l'Amibe étalée à une sphère de verre et une mince plaque de verre de même poids, mouillées par l'eau toutes deux et posées sur le fond bien dressé d'un cristallisoir rempli d'eau. La sphère roulera au gré des moindres courants; la plaque sera beaucoup plus stable. Les réactifs histologiques, qui tuent les Amibes sans les faire contracter, les laissent adhérer au porte-objet; ceux qui déterminent la contraction les détachent.

» Le *Dactylosphæria radiosum* (Duj.) commence de même à adhérer par l'extrémité d'un ou plusieurs de ses longs pseudopodes dès que l'extrémité de ceux-ci s'étale parallèlement au porte-objet.

» Dans l'expérience de Bruno Hofer, il faut donc admettre que la partie énuclée de l'Amibe n'adhère pas au porte-objet parce qu'elle ne peut plus s'étaler en larges pseudopodes et non qu'elle ne peut plus émettre de pseudopodes, parce que l'absence de sécrétion visqueuse ne lui permet plus d'adhérer au porte-objet.

» Pour les parties énucléées d'une *Gromia*, la même question ne se pose pas; il y a adhérence très facile, à cause de la très faible tension superficielle qui sépare le protoplasma de l'eau ambiante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Observations histologiques sur les adaptations fonctionnelles de la cellule épidermique chez les Insectes*. Note de M. **Joannes Chatin**.

« Dans une précédente série de recherches ([1]), j'ai étudié le processus général de la cuticularisation chez les Insectes, établissant par quelle série de différenciations protoplasmiques s'opère progressivement l'induration de la face supérieure ou libre. J'ai montré que, loin d'être fatalement prédisposée à une telle transformation, celle-ci ne la subit que comme une conséquence du rôle protecteur dévolu aux éléments ainsi caractérisés vis-à-vis de la fédération histique dont ils font partie. Enfin, par la considération de certains cas particuliers, j'ai pu mettre en évidence la faculté que possède la cellule épidermique de se cuticulariser sur toute sa périphérie et à une profondeur variable dans sa masse plasmatique, celle-ci jouissant, en tous ses points, des mêmes attributs fonctionnels.

» Les notions ainsi acquises n'obligeaient pas seulement à abandonner la doctrine, naguère encore partout admise, qui localisait sur l'une des faces de l'élément ses propriétés chitinogènes; elles laissaient également entrevoir des faits nouveaux et corrélatifs des diverses fonctions qui peuvent in-

([1]) *Comptes rendus*, 1892.

comber, chez l'Insecte, à la cellule épidermique. En effet, cette dernière n'y représente pas constamment et exclusivement un élément de protection, mais aussi, suivant les circonstances, de soutien ou de sensibilité. Ces affectations spéciales entraînent-elles des modifications dans la marche de la cuticularisation? Par quelles dispositions anatomiques se traduisent-elles? Telles sont les questions que j'ai cherché à élucider dans la nouvelle série d'observations dont je présente aujourd'hui le résumé.

» I. On s'est presque toujours contenté de figurer, d'une manière très schématique dans la plupart des cas, l'insertion des fibres musculaires sur les cellules tégumentaires, sans rechercher par quelle évolution elles se préparent à contracter de semblables rapports. Rien n'est cependant plus intéressant qu'une telle étude histogénétique; elle conduit à des résultats hautement instructifs, justifiant pleinement les conclusions que je formulais à la suite de ma première Communication : ce n'est plus sur la face supérieure de l'élément que se concentre son activité formatrice, c'est vers sa face profonde qu'elle tend très promptement à s'exagérer. Là se multiplient les strates hyaloplasmiques dont j'ai fait connaître l'origine et l'orientation, strates qui s'indurent rapidement pour offrir aux insertions musculaires une base aussi large que résistante.

» La physionomie des cellules s'en trouve si notablement modifiée que, sur une coupe d'ensemble du tégument, on distingue souvent les cellules ainsi spécialisées, lors même que la section passe à une certaine distance de leur face inférieure. Fréquemment ces dispositions se reflètent dans l'aspect extérieur du tégument : il se montre plus mince, moins hérissé de saillies cuticulaires, d'épines, etc., sur les points qui ont été le siège de cette sorte de dérivation formatrice. Sur les larves de Lépidoptères, de Diptères, etc., on peut aisément constater le fait. Les larves de Bombycides fournissent un excellent sujet d'observation; la technique la plus simple (coupes colorées par le vert de méthyle ou la safranine) permet d'obtenir des préparations parfaitement démonstratives.

» II. On sait quelle évolution subissent, au point de vue morphographique, les éléments qui doivent recueillir les impressions périphériques, spécialement les impressions tactiles : s'allongeant à une hauteur variable au-dessus du niveau général du tégument, ils se recourbent plus ou moins, suivant qu'ils tendent vers l'un ou l'autre des deux types que j'ai désignés sous les noms de *cône mou* et de *poil tactile* [1].

---

[1] Joannes Chatin, *Recherches sur les organes tactiles des Insectes et des Crustacés* (Concours pour le Grand Prix des Sciences physiques, 1885).

» Le cône mou est généralement unicellulaire; à la formation du poil tactile concourent presque toujours plusieurs cellules; mais on ne saurait énoncer à cet égard une loi constante et absolue. Aux auteurs qui ont cru pouvoir l'admettre, je conseille l'étude comparative des larves de Bombycides, de Tinéides, d'Eristalides, de Mucides, etc.; ils y pourront constater les variations les plus fréquentes.

» Ce qui distingue, au contraire, et très nettement, le cône du poil, c'est l'inégale épaisseur de la cuticule : toujours très mince sur le premier, elle peut atteindre une grande épaisseur sur le second. Or, ces différences sont constamment subordonnées aux phénomènes initiaux de la cuticularisation. Dans le futur cône mou, les trabécules hyaloplasmiques demeurent rares, largement espacées, n'offrant qu'une faible induration. Pour le poil tactile, c'est la tendance inverse qui se manifeste, s'accentuant rapidement : les trabécules hyaloplasmiques se multiplient, se rapprochent, se groupent en strates nombreuses, puis s'imprègnent de chitine: toutefois la cuticularisation s'atténue vers la pointe apicillaire de l'organite sensoriel.

» On voit quels liens naturels enchaînent ces faits, révélant entre eux une commune origine qui réside dans le protoplasma cellulaire : ainsi qu'on vient de s'en convaincre, il intervient seul pour adapter l'élément épidermique à ses différents rôles fonctionnels. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur un nouveau procédé pratique de dosage du calcaire dans les terres arables*. Note de M. **Antoine de Saporta**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Sans prétendre à une grande rigueur, la méthode que nous soumettrons à l'examen de l'Académie a, du moins, le mérite d'être fort simple. Elle n'exige, comme matériel, qu'un bon densimètre gradué de 1,100 à 1,200, un thermomètre du genre de ceux de l'alambic Salleron, un matras jaugé, plus divers accessoires qu'on peut se procurer partout; comme réactif, elle n'exige que l'acide chlorhydrique commercial.

» Après avoir constaté que l'acide chlorhydrique employé est sensiblement exempt d'acide sulfurique, on l'étend d'eau pure jusqu'à ce que le densimètre, immergé dans l'acide dilué, affleure au trait supérieur 1,100, la lecture étant toujours rapportée au sommet du ménisque. Nous supposons la température du mélange égale à 15°; si le thermomètre marque plus ou moins de 15°, une correction additive ou soustractive s'impose absolument : elle s'élève à 4 dix-millièmes par degré d'écart, soit, en pratique, 2 *divisions* de la tige pour 5 *degrés*.

» Lorsque, dans un volume bien défini et mesuré à 15° de cette solution, 200^{cc} par exemple, on projette un poids connu de poudre de marbre blanc de Carrare, on constate au densimètre, une fois la dissolution parachevée, un accroissement de poids spécifique de la liqueur.

» En effet, la présence du chlorure de calcium produit compense et au delà l'allègement causé par la perte d'acide et l'élimination d'eau. L'expérience montre que les alourdissements ou gains de densité traduits par l'émersion d'un certain nombre de divisions de la tige sont sensiblement proportionnels aux poids de marbre dissous, soit successivement, soit simultanément.

» En opérant comme il a été dit sur 200^{cc} [1], on constate que 41^{gr},6 de marbre ramènent la densité du liquide à 1,200. L'affleurement se produit alors à la centième division, au bas de la tige graduée. Il faut tenir compte de la température sur les mêmes bases que naguère.

» La solution obtenue est complexe. En sus du chlorure de calcium, elle contient une dose d'acide chlorhydrique considérable, encore assez grande par rapport aux impuretés ordinaires du réactif commercial; de là, sans doute, la régularité du phénomène d'alourdissement progressif.

» Il est clair que le densimètre pourra servir de *calcimètre centésimal* pour le titrage en calcaire d'un sol donné, en supposant que l'échantillon de terre à étudier soit sec et que l'influence de l'argile n'entrave pas la précision de la méthode. L'expérience justifie cette conception.

» Certains échantillons du diluvium alpin de la plaine de Mauguio (Hérault) sont absolument privés de calcaire; composons nos 41^{gr},6 avec parties égales de cette terre argilo-siliceuse et de marbre pulvérisé; traitons par 200^{cc} de liqueur type à 1,100; la solution refroidie accusera à l'aréomètre, après correction, une densité de 1,150 ou un poids de 50 degrés calcimétriques, ce qui doit être.

» D'autres échantillons de terre de diverses provenances ont été éprouvés au point de vue de leur titre calcimétrique. Les résultats ont été comparés à ceux que fournit le calcimètre de M. A. Bernard, instrument qui, bien manié, donne des indications très justes.

	Calcaire pour 100.	
	Calcimètre.	Densimètre.
Terre de Lorgues (Var)...........	67,5	68
Diluvium alpin (Montpellier)......	2,5	3
Terre recueillie aux environs d'Aix.	47	47,5
Sable à bâtir aux environs d'Aix....	32	32,5

(1) Les dimensions du densimètre (modèle Salleron-Dujardin) déterminent la capacité de l'éprouvette dans laquelle flotte l'instrument, et de cette capacité dérive le choix de volume d'acide réagissant. La dose de 200^{cc} s'impose, comme minimum strict, pour les essais de terre.

» Il est évident que la présence dans le sol de divers éléments solubles peut et doit forcer le titre calcimétrique fourni par l'aréomètre et l'élever au-dessus du taux vrai déduit du volume du gaz carbonique ; mais la différence ne saurait inquiéter l'agronome qui ne poursuit en vue de la pratique que des résultats approchés. L'emploi simultané du calcimètre Bernard et de notre méthode peut même fournir des résultats intéressants. Ainsi l'excès du pourcentage aréométrique dénotera immédiatement, sans analyse, la présence dans le sol de principes solubles dans les acides (bauxite, phosphates, etc.).

» On opère dans un grand flacon ou bocal de 1^{lit} au moins de capacité ; on introduit d'abord les $41^{\text{gr}},6$ de terre, puis les 200^{cc} d'acide dont on ménagera d'abord l'affusion s'il se dégage trop de mousse. Quand l'effervescence tumultueuse a cessé, on bouche le vase à réaction et l'on attend qu'une couche liquide à peu près claire se soit formée au-dessus du lit de sable fin et de bourbe qui occupe le fond. Cette couche, relativement limpide, est soutirée au moyen d'un orifice latéral percé dans la paroi du vase, à quelque distance au-dessus du fond ; la liqueur, avant d'être éprouvée à l'aréomètre et au thermomètre, achève de *se dépouiller* en vase clos.

» Assurément cette méthode ne présente point la merveilleuse rapidité du procédé de M. A. Bernard, mais elle permet d'opérer encore assez vite puisque, après la dissolution intégrale du calcaire, on peut décanter une suffisante quantité de liquide pour l'étudier après clarification, nettoyer l'appareil et recommencer avec un autre échantillon. On peut même faire écouler des prises de liquide pendant l'attaque et étudier ainsi l'évolution de cette attaque, c'est-à-dire l'assimilabilité même du calcaire. Ajoutons que les liqueurs soumises à l'expérience se conservent longtemps sans variations de densité dans des vases soigneusement bouchés. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques Micrococcus du Stéphanien, terrain houiller supérieur.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Dehérain.

« Nous nous proposons de faire connaître aujourd'hui une forme de Bactéries différente de celle que nous avons décrite naguère ([1]), moins rare que le *Bacillus vorax*, et qui se rencontre dans les silex des environs de Grand'Croix, par conséquent à la base du Stéphanien.

» Les bactéries en question affectent la forme de petites sphères libres

---

([1]) *Comptes rendus*, 21 janvier 1895.

ou soudées par deux, dont le diamètre moyen est de 2,2μ, à contour parfaitement net et coloré en brun. Souvent ces sphères paraissent transparentes vers le centre, d'autres fois elles semblent remplies d'un protoplasma finement granuleux et plus foncé.

» Sous ce dernier aspect, elles pourraient être confondues avec de petits grains de pyrite de dimensions analogues qui sont assez fréquents, soit autour des fragments de plantes, soit même à l'intérieur de leurs tissus ; ces petits grains de pyrite plus ou moins arrondis proviennent sans doute d'une réduction, par le protoplasma des cellules, de sulfate de fer en dissolution ; mais on parvient assez facilement à en faire la distinction, car, en faisant jouer le microscope, les grains de pyrite restent noirs et opaques ; beaucoup d'entre eux décèlent des arêtes et se montrent plus ou moins cubiques ; en outre, quand ils viennent à se toucher, on voit qu'il y a simplement contact et non soudure, comme cela arrive pour les bactéries dont nous parlons.

» Les sphères ne peuvent être des spores, car un certain nombre d'entre elles sont allongées en ellipsoïdes dont le grand axe atteint 4μ ; dans quelques-unes on distingue une cloison dirigée perpendiculairement au grand axe ; d'autres enfin, assez nombreuses, sont soudées deux à deux : ce sont là les phases successives de développement que l'on observe souvent chez les *Micrococcus*. Nous désignerons cette bactérie sous le nom de *Micrococcus Guignardi*.

» Nous l'avons rencontrée avec les différents degrés de développement mentionnés, à l'intérieur du bois de *Calamodendron*, dans différentes racines, mais principalement dans les téguments de graines, entre autres de *Rhabdocarpus subtunicatus*, de *Rh. conicus*, de *Ptychocarpus sulcatus*, etc.

» Lorsqu'on examine une coupe un peu oblique d'un tissu cellulaire envahi par notre *Micrococcus*, on remarque de nombreuses petites sphères, la plupart isolées, adhérentes aux parois ; quelques-unes sont doubles, elles se sont donc divisées sur place ; elles paraissent comme incrustées dans l'épaisseur de la cloison cellulaire, et entourées d'une mince auréole incolore ; lorsque, par accident, il y en a qui ont quitté, celles-ci ont laissé un creux hémisphérique plus clair, qui marque la place qu'elles occupaient.

» Sur des coupes transversales, les parois des cellules se réduisent souvent à leur membrane moyenne. Le *Micrococcus Guignardi* s'attaquait donc plus spécialement à la couche cellulosique, même lorsqu'elle était fortement incrustée. Nous avons en effet des portions d'enveloppe de *Diplotesta* qui montrent des cellules intactes avec les fins canalicules qui

traversent les couches d'épaississement, et, à côté, d'autres cellules de la même couche, contenant des *Micrococcus* et réduites à leur membrane moyenne.

» C'est principalement dans les graines appartenant au genre *Rhabdocarpus* que nous avons pu suivre les différentes phases de destruction offertes par les tissus.

» On sait que ces graines présentent deux téguments : 1° un tégument interne formé de cellules fortement incrustées dont la cavité a complètement disparu ; 2° un tégument externe composé de nombreux faisceaux hypodermiques, séparés par du tissu parenchymateux. C'est ce dernier tissu qui a été le premier détruit; tantôt il n'y en a plus de traces et les bandes hypodermiques longitudinales sont isolées, tantôt les cellules du parenchyme sont disjointes, libres, flottantes entre les faisceaux hypodermiques, encore munies de leurs parois; tantôt les parois mêmes ont disparu et ce ne sont plus que des masses protoplasmiques de formes et de tailles diverses qui paraissent entraînées au hasard.

» Les bandes hypodermiques sont attaquées à leur tour, et, sur une coupe transversale, on peut voir le travail qui s'est produit : les cellules, encore adhérentes entre elles, sont occupées, chacune, à leur centre par des *Micrococcus* qui en augmentent la lumière en dissolvant la couche cellulosique par l'intérieur ; d'autrefois, c'est par la face extérieure en contact avec la membrane moyenne que l'attaque a eu lieu et l'on observe des portions annulaires de parois plus ou moins éloignées de la membrane commune suivant que le travail bactérien est plus ou moins avancé. Quelquefois les cellules hypodermiques sont disjointes, la membrane moyenne ayant disparu la première.

» Nous avons vu que le *Micrococcus Guignardi* s'attaquait plus volontiers à la partie de la paroi riche en cellulose; il devait donc y avoir, pour disjoindre les cellules, un autre agent et, en effet, nous avons rencontré entre les cellules et sur la membrane moyenne un deuxième *Micrococcus* de couleur brune, plus petit que le premier, mesurant $0^{\mu},7$ à $0^{\mu},9$, présentant les mêmes phases de division, mais s'en distinguant par son mode de groupement; il se présente souvent, en effet, disposé par deux ou par trois en ligne droite figurant ainsi un court bâtonnet sans cloisons. Nous le désignerons sous le nom de *Micrococcus hymenophagus*.

» De l'action simultanée ou successive de ces deux *Micrococcus* résultent tous les aspects de destruction que nous avons observés. Si le dernier seul opère, les cellules se décollent, se desagrègent, emportant leur proto-

plasma; leur contour net et polyédrique indique bien qu'il existe encore une enveloppe résistante autour du protoplasma. Si le premier seul agit, on ne trouve plus que la trame légère formée par les cloisons moyennes. Les deux fonctionnant simultanément, les masses protoplasmiques, irrégulières de formes et de contours, seules persistent pendant quelque temps, antiseptisées sans doute, par la fixation de quelque produit tannique, mais bientôt elles se détruisent à leur tour; nous en avons trouvé un certain nombre, devenues diffluentes, occupées par le *Micrococcus Guignardi*.

» De ce qui précède, il résulte que les *Micrococcus* houillers jouissaient de la propriété de dissoudre la couche cellulosique plus ou moins complexe des cellules végétales et la membrane moyenne. Les cuticules paraissent seules leur avoir résisté.

» Le *Micrococcus Guignardi* a été rencontré jusqu'ici seulement dans les silex de Grand'Croix. Le *Micrococcus hymenophagus,* dans ceux de Grand'Croix, du culm d'Esnost et du Roannais. Il concourrait avec le *Bacillus vorax* à la destruction des tissus végétaux. »

VITICULTURE. — *Du mildew. Son traitement par un procédé nouveau : le lysolage.* Note de M. **Louis Sipière**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« Béziers, 15 novembre 1894.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes observations sur les effets du lysol contre le mildew. Livrer à l'agriculture un procédé de traitement plus facile à employer, plus inoffensif et surtout plus économique que le sulfatage des vignes, tel a été le but que j'ai poursuivi dans mes expériences.

» J'ai eu l'idée de l'emploi du lysol, à cause : 1° de sa puissance microbicide et anti-cryptogamique; 2° de sa solubilité dans l'eau; 3° de son innocuité (j'en ai bu plusieurs fois, à la dose de $\frac{1}{100}$, sans en avoir ressenti la moindre indisposition); 4° de son prix modique surtout. Je me sentis encouragé dans mon entreprise, lorsque j'eus pris connaissance des Communications faites à l'Académie par M. J. Costantin, sur la *Culture du Champignon de couche et ses récents perfectionnements* (séances des 6 mars et 27 novembre 1893) [1].

---

[1] C'est grâce au concours de M. Paul de Ricart, propriétaire-viticulteur à Portiragnes, près Béziers (Hérault), que j'ai pu faire, sur une vaste échelle, l'essai de mon procédé nouveau.

» Les solutions employées dans mes expériences ont varié depuis $\frac{1}{1000}$ jusqu'à $\frac{10}{1000}$. Les solutions à 1, 2 et 3 pour 1000 m'ont paru trop faibles; celles à 8, 9 et 10 pour 1000 peuvent nuire à la conservation du raisin, qui, en se fendillant, arriverait à se pourrir par les temps humides. La solution pratique à laquelle je me suis définitivement arrêté est celle de $\frac{5}{1000}$ (5^{gr} de lysol dans 1^{lit} d'eau). A cette dose, l'efficacité de ce produit s'est montrée au même niveau que celle de la bouillie bordelaise, généralement adoptée.

» Comme la région où il m'a été permis de faire des expériences n'a pas eu à lutter cette année contre une invasion intense du mildew, j'ai dû faire porter mes observations exclusivement sur les caractères suivants : 1° végétation de la souche; 2° couleur de la feuille; 3° maturité du raisin; 4° durée de la feuille vivace. Comparativement aux rangées de souches sulfatées ou laissées sans traitement, les rangées lysolées m'ont fourni des preuves de l'efficacité du lysolage.

» En outre, je ferai remarquer que les conditions dans lesquelles mes expériences ont été faites n'étaient pas à leur avantage. Ce n'est que très tard que le traitement au lysol a commencé; puis, nous n'avons eu que les effets de deux opérations, tandis que le sulfatage a été fait en temps indiqué, soit par l'usage, soit par les instructions théoriques; de plus, ce dernier traitement a été complet, par les trois opérations réglementaires. Cependant le *lysolage* a eu le même degré d'efficacité que le *sulfatage*.

» Enfin, les pulvérisations au lysol, à partir de la dose de $\frac{4}{1000}$, ont la propriété de débarrasser les feuilles de tous les parasites, insectes ou larves qui y pullulent; j'ai même vu des pyrales tuées par l'action du lysol; en un mot, c'est un véritable nettoyage de toutes les impuretés de la souche.

» Quant au côté économique, le lysolage procurerait aux vignerons une économie annuelle de 28 pour 100. En effet, l'hectolitre de bouillie bordelaise, à la dose usuelle (3^{kg} de sulfate de cuivre pour un 1^{hl} d'eau), lui revient, chaux comprise, à 1^{fr},40; tandis que l'hectolitre de solution de lysol (0^{lit},5 de lysol pour 1^{hl} d'eau) ne lui coûterait que 1^{fr}.

» Si l'on considère que le département de l'Hérault, seul, dépense tous les ans, d'après les statistiques, $3\,780\,000^{fr}$ de sulfate de cuivre, on peut affirmer que, par l'emploi du lysolage, l'économie réalisée chaque année dans ce département serait de *un million de francs* en moyenne, abstraction faite de l'économie réalisée sur la main-d'œuvre qui, dans le sulfatage, est très onéreuse.

» Je crois donc être au-dessous de la vérité, en concluant de tous ces

chiffres que, par l'emploi du lysolage, la viticulture française ferait annuellement une économie de 15 millions de francs.

» Cette économie pourrait même s'élever de 28 pour 100 jusqu'à 50 ou 60 pour 100, si des expériences ultérieures démontrent que le lysol peut agir efficacement contre l'*oïdium*, comme je le suppose.

» J'ouvre ici une parenthèse : dans l'une des parties lysolées à 1 pour 100, j'avais remarqué, au moment de la pulvérisation, une souche qui était fortement atteinte d'oïdium. Or, après la première aspersion de lysol, la souche a repris sa vitalité : la maladie s'était arrêtée; le champignon subissait les influences du produit antiseptique, pour disparaître finalement. Ce phénomène remarquable nous ouvre une porte de plus à l'application du lysol en Agriculture.

» Si ce que je présume se réalise, nous aurons en Viticulture une véritable révolution, puisque l'on pourra combattre en même temps l'*oïdium* et le *mildew*.

» En résumé, le nouveau procédé de traitement du mildew consiste en pulvérisations à répandre dans les vignes, comme pour le sulfatage.

» Le lysolage doit comprendre trois opérations par an, chacune à la dose de 5 pour 1000 (500^{gr} de lysol par hectolitre d'eau ordinaire). Les époques de chaque opération seraient : la première, du 20 au 30 avril; la deuxième, du 1er au 8 mai; la troisième, du 1er au 8 juin. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du Mûrier.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Chauveau.

« Dans de nombreuses localités de tout le midi de la France, les Mûriers sont atteints d'une maladie qui, par son aggravation continue dans ces dernières années, est devenue un redoutable danger pour la Sériciculture. Les auteurs en ont donné des descriptions différentes et peu exactes, mais d'où il semble ressortir, cependant, qu'elle est fort ancienne et qu'elle se retrouve sous des formes plus ou moins graves, dans la plupart des pays de culture du Mûrier. Les inexactitudes et les divergences des auteurs sont dues principalement à la marche peu uniforme de la maladie dont les multiples manifestations ont pu être considérées comme représentant autant d'affections distinctes, lesquelles, suivant les cas, ont été attribuées à des circonstances atmosphériques défavorables ou déclarées inconnues quant à leur origine, ou rapportées à d'autres maladies connues du Mûrier. Parmi ces dernières, la plus fréquemment invoquée a été le Pourridié, qui attaque, en effet, les Mûriers, mais pas plus souvent que d'autres arbres

ou arbustes des mêmes régions qui, à l'inverse des Mûriers, sont aussi bien portants que partout ailleurs.

» Cette opinion était donc peu probable *a priori*. Elle est née, en partie, de cette circonstance que, lorsqu'on arrache les Mûriers morts, on trouve fréquemment leurs racines envahies par des stromas mycéliens en plaques ou en cordons. La plupart de ces stromas appartiennent à des espèces saprophytes ne s'attaquant aux racines qu'après leur mort; mais leur présence n'en a pas moins servi à grossir démesurément le nombre des cas de Pourridié vrai.

» On voit donc qu'il existe, dans la pathologie du Mûrier, une véritable confusion, rappelant celle que présentait récemment encore tout un côté de la Pathologie viticole. Cela tient à ce que la maladie du Mûrier, comme la chytridiose de la Vigne, prend des apparences extérieures multiples. Et cette similitude d'allure s'explique par la similitude des origines : la maladie du Mûrier est aussi due à un Champignon de la famille des Chytridinées; c'est aussi une chytridiose.

» La *chytridiose du Mûrier* présente de grandes analogies avec celle de la Vigne. Voici ses principaux caractères.

» *Rameaux de l'année.* — Leur surface peut présenter des ponctuations ou pustules de couleur brune ou noire, de $0^{mm},5$ à 2^{mm} de longueur et de saillie, correspondant d'ordinaire aux stomates ou aux lenticelles. Plus souvent, elle présente des taches irrégulières, de dimensions variables, allant du brun clair au noir, luisantes ou ternes, légèrement surélevées ou un peu déprimées, se fendillant parfois en divers sens et prenant alors l'apparence de dartres ou de croûtes. Ces taches correspondent à une mortification plus ou moins profonde des tissus sous-jacents, accompagnée généralement de formations subéreuses. Lorsque les mortifications sont superficielles, la surface des taches peut s'excorier comme à la suite d'un frottement; lorsqu'elles sont profondes, la partie moyenne des taches se creuse de fentes en coin à bords noirs ou formés de bourrelets cicatriciels. Quelquefois, l'extrémité tout entière des rameaux se ride et se dessèche sans changer de couleur ou en prenant une teinte grise, brune ou noire. Ces divers accidents s'accompagnent parfois d'un court noué total ou partiel. Dans leur ensemble ils sont comparables à ceux de la chytridiose des sarments de la Vigne (gélivure de MM. Foëx et Viala).

» *Feuilles.* — Elles peuvent jaunir et se dessécher partiellement ou en totalité. Ou bien, elles conservent leur teinte générale verte, mais portent des taches brunes plus ou moins irrégulières, ayant en moyenne de 1^{mm} à 3^{mm} de diamètre; ces taches peuvent s'étendre et se fusionner par leurs bords et former alors des zones plus ou moins étendues; elles débutent d'ordinaire à la face supérieure et atteignent ensuite la face inférieure. D'autres fois, le limbe jaunit sur ses bords et entre les nervures principales. Les parties brunies ou jaunies se dessèchent à la fin. Le pétiole et les nervures principales peuvent présenter des pustules et des taches analogues à celles des rameaux.

Quelles que soient les lésions qu'elles présentent, les feuilles conservent leur taille normale ou, au contraire, deviennent plus petites; elles peuvent se déformer, se creuser en cupule, se gondoler en divers sens.

» Ces caractères sont comparables à ceux des formes les plus fréquentes de la chytridiose foliaire de la Vigne (brunissure, accidents chlorotiques).

» Les divers accidents des rameaux et des feuilles que je viens de décrire ne coexistent pas nécessairement sur le même arbre. Il est des localités où semble plutôt prédominer telle ou telle catégorie d'accidents. De là résulte la variété des aspects de la maladie.

» La chytridiose du Mûrier apparaît d'ordinaire de mai à juillet. Elle peut se reproduire chaque année avec des variations dans son intensité, sans qu'il en résulte autre chose qu'un affaiblissement lent de l'arbre, ou bien elle s'aggrave rapidement. Les pousses deviennent alors de plus en plus chétives; les feuilles tombent de bonne heure; çà et là dans le tronc, les maîtresses branches ou les racines des massifs cellulaires prennent une teinte brune; des branches entières se dessèchent, des racines pourrissent et la mort de l'arbre survient au bout de peu d'années.

» La chytridiose du Mûrier, comme celle de la Vigne, est due à un *Cladochytrium*. L'espèce du Mûrier ne diffère du *Cladochytrium viticolum* Prunet que par les dimensions un peu moindres de ses zoosporanges, de ses kystes et de ses zoospores.

» Les zoosporanges arrondis ont de 4 à 12 μ de diamètre moyen; les fusiformes, de 8 à 20 μ de longueur et de 3 à 8 μ de largeur; les zoospores ont en moyenne $1^{\mu},5$ de diamètre, et les kystes de 4 à 10 μ. On ne peut savoir encore si les deux espèces doivent être réellement différenciées; toutefois, à cause de son habitat, je donnerai provisoirement à celle du Mûrier le nom de *Cladochytrium Mori*.

» Par sa répartition dans les organes et les tissus, par son évolution annuelle, par ses rapports biologiques avec son hôte, le *Cladochytrium Mori* rappelle entièrement le *Cladochytrium viticolum*. Je ne puis donc, à ce sujet, que renvoyer à mes Notes antérieures sur ce dernier parasite.

» La similitude des parasites amène la similitude des traitements :

» On s'attachera d'abord à faire pénétrer dans l'arbre une quantité de sulfate de fer aussi grande que possible. Pour cela, immédiatement après la taille, on badigeonnera copieusement les plaies de taille et les parties voisines avec une solution de sulfate de fer de 20 à 40 pour 100 de concentration; on pourra étendre les badigeonnages aux maîtresses branches et au tronc et employer le sulfate de fer au pied des arbres. Ce traitement sera complété par des fumures et l'on devra, en outre, éviter d'effeuiller les arbres jusqu'à ce qu'ils aient repris leur vigueur.

» A titre de traitement préventif, il faudra répéter les badigeonnages des plaies de taille chaque fois que les Mûriers seront taillés. On devra aussi, à l'aide d'engrais, réparer de temps à autre les pertes qui résultent de l'effeuillage et on tiendra la terre propre et meuble au pied des arbres. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les conditions qui ont déterminé les caractères principaux de la surface lunaire.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Dans son célèbre Ouvrage sur *Les Volcans* (¹), Poulett Scrope décrit l'expérience suivante :

» Si l'on emplit, dit-il, une poêle à frire ordinaire, d'un pouce ou deux de plâtre mêlé avec de l'eau dans laquelle on a fait fondre un peu de glu (pour l'empêcher de *prendre* trop vite) jusqu'à consistance de pâte, et qu'on la place sur le feu de façon à faire bouillir l'eau avec assez de violence, les bulles qui crèvent constamment à la surface, en se suivant rapidement aux mêmes points, finissent, lorsque tout le fluide est évaporé, par laisser de nombreuses cavités circulaires, avec un petit rebord de matières tout alentour; ces cavités ressemblent tellement à celles de la Lune, qu'il est difficile de ne pas être convaincu que notre satellite a dû subir une opération analogue, quelque différente qu'en soit l'échelle.

» J'ai répété cette petite manipulation, et, en en variant les conditions, j'ai obtenu quelques résultats qui me paraissent dignes d'être signalés. Plusieurs photographies, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, permettront d'en apprécier les principales particularités.

» J'ai employé d'abord, sans variante, le dispositif du géologue anglais et j'ai vu se faire les cupules dont il parle; mais je me suis aperçu qu'en changeant la compacité de la pâte, on détermine des accidents spéciaux. Ceux-ci ne peuvent être étudiés commodément que sur nos fourneaux à gaz : c'est en fermant subitement le robinet, au moment opportun, qu'on peut arrêter profitablement l'expérience, pour laisser la matière plastique dans une immobilité absolue, jusqu'à ce que la *prise* lui donne la solidité qui assure la conservation de tous ses détails.

» C'est en opérant ainsi que j'ai préparé des spécimens présentant l'un des traits des volcans lunaires que Poulett Scrope ne semble pas avoir imité; il s'agit d'un petit mamelon, situé au centre même des cirques.

(¹) Page 234 de la traduction française de Pierruggi; Paris, 1864. En 1884, M. Bergeron a appelé l'attention sur ses expériences relatives au même sujet.

En suivant attentivement l'expérience, on s'assure que le mamelon se forme au même moment que le cratère enveloppant.

» Les cratères se produisent en certains points, et même suivant certains alignements réglés par la distribution de la chaleur et par la constitution qui en résulte, de canaux de dégagement de la vapeur. Ils peuvent se grouper par deux ou trois ou davantage, et il arrive qu'un cirque unique en enveloppe plusieurs, ce qui est une disposition fréquente de la Lune. Dans ce cas, il est ordinaire que l'altitude dans les cirques soit différente de celle des régions environnantes : elle est souvent inférieure, ce qui est caractéristique aussi, d'après le témoignage des sélénographes.

» On ne peut poursuivre ces essais sans être frappé de la distinction fort inégale des cratères à la surface, cependant bien peu considérable, des récipients employés : certaines parties sont couvertes de cirques et de cratères, les uns béants, les autres pourvus de la colline ombilicale mentionnée plus haut ; à côté, des surfaces qui peuvent être relativement fort larges, sont restées presque complètement lisses. Il en résulte des contrastes comparables à ceux qui, depuis si longtemps, ont fait diviser le disque de notre satellite en *mers* et en *continents*.

» La différence entre ces deux catégories de régions s'accentue encore si on recouvre la pâte, au moment où elle entre en ébullition, d'une très mince couche de sable fin, d'une nuance faiblement grisâtre. Les éruptions apportent la matière blanche du fond par-dessus cette pellicule colorée ; les chaînes de cratères et les coulées qui en sortent constituent des îlots éclatants, sur le fond général plus terne ; la photographie rend le contraste d'une manière intéressante, par sa ressemblauce avec les photographies lunaires. Les gouttelettes lancées verticalement viennent retomber sur le sable et simulent les blocs épars signalés dans les mers.

» En poussant enfin l'expérience jusqu'au dégagement de la plus grande partie de l'eau, on voit des fissures s'ouvrir, bien analogues souvent avec les rainures ou *sélénoclases*, par leur longueur relative, leurs anastomoses, et leur continuation imperturbable au travers de tous les accidents superficiels.

» Je crois qu'il est difficile d'imaginer un fac-similé plus complet de la surface de notre satellite, et la théorie géologique de la Lune s'en trouve certainement éclairée d'un manière très vive. Le seul point que je veuille signaler aujourd'hui à cet égard, c'est que le genre d'éruption dont le disque lunaire présente tant de témoignages paraît relatif à un stade de l'évolution sidérale que notre globe a depuis longtemps traversé. Si notre satellite

s'y est arrêté, c'est sans doute que la proportion relative des fluides dont il se trouvait pourvu à l'origine était insuffisante pour lui permettre d'aller plus loin dans la série des états planétaires. La Lune, quoique parvenue à une période de décrépitude qui permet d'y reconnaître des particularités, telles que les rainures, que la Terre acquerra plus tard, représente un organisme comparable, dans la série cosmique, à celui des êtres atteints d'arrêt de développement dans le monde biologique.

» On peut, en quelque sorte, vérifier cette conception, en recouvrant le bain de plâtre en éruption d'une couche relativement épaisse de sable, qui représente le revêtement des terrains cristallisés et stratifiés qui fait l'épiderme de notre globe. Les manifestations volcaniques changent alors de caractère et se rapprochent du type terrestre : des soulèvements bien plus localisés déterminent des fissures, sur lesquelle s'ouvrent des cratères laissant exsuder de vraies coulées qui se répandent à l'extérieur. C'est un sujet sur lequel je me propose de revenir ultérieurement. »

PSYCHO-PHYSIOLOGIE. — *Du rôle de nos sensations dans la connaissance des phénomènes mécaniques.* Note de M. **P. Clémentitch de Engelmeyer**, présentée par M. Marey.

« Ceux qui enseignent la Mécanique professionnelle constatent que leurs élèves acquièrent très vite la notion des forces et des vitesses, tandis que celles du travail et de la masse sont extrêmement lentes à acquérir. Cela semble tenir à ce que nos sens, qui nous font apprécier les forces et les vitesses, nous renseignent fort mal sur la valeur du travail mécanique.

» Le sens musculaire, par exemple, nous donne des impressions à peu près identiques dans deux circonstances très différentes au point de vue mécanique : l'effort musculaire statique et le travail musculaire.

» Ainsi, quand nous soutenons un poids à bras tendu, si ce poids est parfaitement immobile, nos muscles font un *effort statique*, mais en général cette immobilité n'est pas complète : de petits mouvements se produisent et le poids est alternativement soulevé et abaissé. C'est donc du *travail* que nous produisons alors. Et pourtant notre sens musculaire ne nous avertit point du changement de nature de l'acte que nous exécutons. Il y a une limite où l'effort statique et le travail ne se distinguent pas l'un de l'autre pour le sens musculaire : c'est quand le mouvement exécuté par les muscles n'atteint pas la valeur minima nécessaire pour être perçu.

» Chaque mouvement d'un membre quelconque de notre corps est aussi accompagné d'une dépense d'énergie.

» Le muscle accomplit les mêmes actes intimes et fait des dépenses d'énergie dans les deux cas. Il ressemble, en cela, à l'électro-aimant qui, à des degrés divers, consomme de l'énergie électrique, soit pour soutenir une masse, soit pour la déplacer.

» Ainsi, le mouvement, la force et le travail qui, en Mécanique, appartiennent à des catégories entièrement différentes, sont, pour notre sens musculaire, des actes de même nature, ne différant entre eux que par l'intensité.

» Il est intéressant de chercher si d'autres sens, le tact et la vue par exemple, nous renseignent mieux sur les phénomènes mécaniques.

» Le tact nous fait apprécier les forces. Posons une main sur une table et chargeons cette main d'un poids : la pression que nous ressentirons nous donnera la mesure de la force agissante, c'est-à-dire de la pesanteur. D'autre part, certains mouvements nous sont perceptibles par le tact; tel est, par exemple, le mouvement d'une mouche qui rampe à la surface de notre peau.

» Le tact, qui peut nous faire percevoir des forces et des mouvements, pourra-t-il nous donner la notion du produit de ces deux facteurs l'un par l'autre, c'est-à-dire du travail mécanique? Il n'en est rien. En effet, les forces que le tact nous révèle sont celles qui s'exercent perpendiculairement à la surface de notre corps; les mouvements que le tact perçoit sont ceux qui se font tangentiellement à cette surface. Or, ces forces et ces mouvements, dont les directions sont perpendiculaires l'une à l'autre, ne peuvent se composer ensemble et donner naissance à un travail. Ainsi le tact ne peut non plus donner à notre esprit la notion du travail mécanique.

» La vue nous renseigne bien sur les mouvements; mais elle n'apprécie que le mouvement, indépendamment des forces qui l'ont produit. Un train de chemin de fer qui passe, un oiseau qui vole, s'ils ont la même vitesse, nous donnent des sensations semblables, et pourtant quelles masses inégales se meuvent dans ces deux cas! Quelle différence dans la dépense de travail effectué! La vue, qui nous fait connaître les mouvements, nous laisse donc ignorer entièrement les forces et le travail mécanique.

» Toutefois, comme les notions que reçoit notre esprit lui arrivent par les différents sens, et que les impressions de l'un d'entre eux sont contrôlées par celles des autres, il est clair que c'est par une combinaison de

ce genre que la connaissance expérimentale des notions mécaniques nous est donnée; car le témoignage du sens musculaire tout seul nous ferait confondre la force avec le travail, comme le daltonisme fait confondre entre elles des ondulations lumineuses de périodes très différentes.

» Il ne faut donc pas s'étonner si les conceptions des élèves en Mécanique restent longtemps sans pouvoir dépasser les notions que les sens nous livrent d'une façon directe : celles de force, de mouvement et de travail. Il est même des esprits qui ne s'élèvent jamais au delà de ces notions : ceux, par exemple, des chercheurs du mouvement perpétuel. Or ces hommes ne constituent pas une minorité négligeable.

» Ils ne sont pas non plus, au début, de véritables aliénés, mais seulement des esprits dont l'évolution au point de vue mécanique s'est arrêtée trop tôt. Ils sont même logiques dans la poursuite de leur chimère, puisque pour eux il n'existe pas de différence essentielle entre force et travail. Pour eux, dans une machine en repos, des forces égales et contraires se font équilibre; tandis que, dans une machine en mouvement, des forces résistantes apparaissent en antagonisme avec les forces motrices. Il ne s'agit donc que de faire dominer les unes sur les autres. On voit alors ces illuminés chercher de mille façons, par des ressorts ou par des poids, à rendre les forces motrices supérieures aux forces résistantes, et s'étonner toujours de l'insuccès pratique des plans qu'ils ont conçus.

» Il m'a semblé intéressant de soumettre aux psychologues un état d'esprit auquel le témoignage des sens nous conduit tout d'abord, et au-dessus duquel on ne s'élève que par un effort assez grand de la raison. »

M. le **Ministre des Affaires étrangères**, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, transmet une Lettre du Ministre de la République à Santiago du Chili, relative au tremblement de terre du 27 octobre 1894.

Ce tremblement de terre, dont les effets ont été si désastreux pour les provinces de la Rioja et de San Juan dans la République voisine de l'Argentine, a été ressenti au Chili vers $4^h 10^m$ du soir : la durée, à Santiago, n'a pas été inférieure à une minute quarante secondes.

M. Obrecht s'est livré à une enquête détaillée sur le phénomène.

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. **F. de Fougères** adresse une Note relative aux essais de culture de la

Persicaire de Sakhalin (*Polygonum sachalinense*), qu'il a entrepris à Fort-de-France (Martinique).

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1895.

Edmond Fremy, 1814-1894. Paris, L. de Soye et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Notice sur M. Duchartre, par M. Louis Passy, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 br. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 1. 25 janvier 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les faunes marine et maritime de la Normandie, par Henri Gadeau de Kerville. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Les théories météorologiques de M. Duponchel. Étude critique, par E. Tournier, Lieutenant de vaisseau. Paris, Beaudoin, 1894; 1 br. in-8°.

Contribution à l'étude des condensateurs électriques, par Léon Silhol. Bourg-Saint-Andéol, Ed. Charre, 1894; 1 br. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller, Ingénieur en chef des Mines, Lauréat de l'Académie des Sciences (Prix Fontanes, 1893). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 br. in-4°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Décembre 1894. Paris; 1 vol. in-8°.

Atti della Accademia Pontaniana. Volume XXIV. Napoli, 1894; 1 vol. in-4°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per

cura del prof. P. Tacchini. Novembre 1894. Roma, Bertero, 1895; 1 fasc. in-4°.

Sauva an Manhu-nara. Monographia como subsidio a historia da fauna paulista. A.-G. de Azevedo Sampaio. São Paulo, 1894; 1 br. in-8°.

Programma del regio Istituto tecnico superiore di Milano. Anno 1894-95. Milano, Décembre 1894; 1 br. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante los años 1892 *y* 1893. Madrid, 1894; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Arthur Cayley*, Correspondant de la Section d'Astronomie depuis 1863.

Notice sur M. Cayley, par M. **Hermite**.

« L'illustre géomètre dont la perte est annoncée à l'Académie laisse dans l'Analyse une trace impérissable.

» L'œuvre mathématique de M. Cayley est immense; la Géométrie, l'Algèbre, la Théorie des nombres, le Calcul intégral et la Théorie des fonctions elliptiques, la Mécanique céleste, lui doivent des résultats d'une importance capitale qui honorent à jamais sa mémoire. Pendant plus d'un demi-siècle, les travaux de notre Confrère se sont succédé sans interruption

sur toutes les questions qui dans ce long intervalle de temps ont appelé l'attention et les efforts des géomètres. Avec M. Sylvester il a fondé la théorie des formes et donné à l'art analytique ces notions d'invariants et de covariants qui ont franchi les bornes de l'Algèbre et jouent maintenant un rôle considérable dans la Théorie des équations différentielles. L'étude des coniques, des courbes planes de degré quelconque, de leurs tangentes doubles, de leurs points multiples, celle des courbes gauches, l'extension des propositions célèbres de Plucker à ces courbes, celle des surfaces réglées et de leurs lignes doubles, puis des surfaces gauches et des surfaces réciproques, ont été le sujet d'un grand nombre de profondes recherches, qui ont jeté la lumière sur les questions les plus ardues et contribué avec éclat aux progrès de la Géométrie. D'autres travaux se rapportent à la Mécanique céleste, aux Théories lunaires de Plana, de Hansen, de Delaunay, au développement en série de la fonction perturbatrice, à l'accélération du moyen mouvement de notre satellite; il suffit de dire qu'ils ont mérité à leur auteur d'être élu Correspondant dans notre Section d'Astronomie à laquelle il a appartenu depuis 1863. Tous sont le témoignage d'un talent mathématique de l'ordre le plus élevé; ce talent avait pour caractères la clarté et l'extrême élégance de la forme analytique; il était secondé par une incomparable puissance de travail qui a fait comparer l'illustre savant à Cauchy.

» La mort l'a enlevé aux universelles sympathies et à l'admiration du monde mathématique, lorsqu'il s'occupait de publier la collection de ses Mémoires dont sept Volumes ont paru, contenant plus de deux mille articles. On doit espérer que cette magnifique édition des travaux du grand géomètre ne restera pas inachevée, qu'elle comprendra le *Traité des fonctions elliptiques* et donnera son œuvre entière, pour l'éternel honneur de l'Université de Cambridge et de la Science anglaise.

» J'ai eu une part dans quelques-unes des recherches de M. Cayley; les mêmes questions nous avaient rapprochés au commencement de notre carrière, et le souvenir me restera à jamais de sa bonté, de sa grande simplicité, de son entier dévouement à la Science. Je joins ce souvenir, qui m'est bien cher, à mes douloureux regrets, à l'hommage que j'adresse à sa mémoire. »

CHIMIE. — *Sur l'Argon, nouveau constituant de l'atmosphère, decouvert par MM.* Rayleigh *et* Ramsay. Compte rendu par M. **Berthelot.**

M. **Berthelot** communique à l'Académie les résultats obtenus par Lord *Rayleigh* et M. *William Ramsay*, et la découverte de l'Argon ([1]), nouveau gaz constitutif de l'atmosphère; résultats que les auteurs lui ont communiqués, après les avoir fait connaître la semaine dernière à la Société Royale.

« Le point de départ de cette découverte résulte de la comparaison de la densité de l'azote, préparé par divers procédés, avec l'azote extrait de l'atmosphère. L'azote préparé au moyen du bioxyde d'azote, ou du protoxyde d'azote, ou de l'urée, ou du nitrite d'ammoniaque, toujours avec le concours d'un métal à la température rouge, possède constamment la même densité; et celle-ci est aussi la même avec l'azote préparé à basse température au moyen du nitrite d'ammoniaque. D'autre part, l'azote extrait de l'air, soit au rouge au moyen d'un métal, soit à froid au moyen de l'hydrate ferreux, possède aussi une même densité, laquelle surpasse la précédente de un demi-centième environ; le poids normal du litre d'azote chimique étant : 1,2505, et celui du gaz tiré de l'atmosphère : 1,2572.

» Les auteurs ont contrôlé ces résultats en absorbant l'azote atmosphérique au moyen du magnésium, changeant l'azoture de magnésium en ammoniaque et décomposant celle-ci par le chlorure de chaux. L'azote ainsi régénéré avait la même densité que l'azote préparé par d'autres procédés chimiques. D'où il résulte que l'azote atmosphérique, après purification, n'offre pas de différence isomérique fondamentale, capable de subsister, lorsqu'il a traversé une combinaison.

» Ils ont cherché ensuite si cette différence pouvait être attribuée à quelque transformation partielle de l'azote en un gaz isomère, analogue à l'ozone. Mais l'action de l'effluve électrique (décharge silencieuse) n'a modifié la densité ni de l'azote chimique, ni de l'azote atmosphérique. Le temps n'exerce non plus aucune influence, tandis qu'il détruit entièrement l'ozone.

([1]) 'Αργόν, inactif?

» Restait donc l'hypothèse d'un nouveau gaz inconnu, élément constitutif de l'atmosphère. Les expériences des auteurs, exécutées par la méthode physique de la diffusion (atmolyse), ont démontré qu'il en était ainsi, mais sans arriver, par cette voie, à une séparation complète.

» Ils ont alors eu recours aux méthodes chimiques, et d'abord à celle par laquelle Cavendish a découvert la composition véritable de l'acide azotique, et en a effectué la synthèse. Elle consiste à faire passer une série d'étincelles électriques à travers un mélange d'azote et d'oxygène, et à absorber, à mesure, la vapeur nitreuse par la potasse : l'absorption s'élevait à 1^{cc} par heure, et elle a laissé finalement, d'après Cavendish, un résidu inabsorbable de $\frac{1}{120}$; observation peut-être accidentelle, mais remarquable par son accord avec la découverte de l'argon.

» MM. Rayleigh et Ramsay ont répété l'expérience de Cavendish, avec les procédés plus puissants que nous possédons aujourd'hui, et sont parvenus à absorber 30^{cc} d'azote par heure. Ils ont eu également recours aux procédés chimiques proprement dits. On sait, en effet, que l'azote se combine directement avec les métaux alcalino-terreux et divers autres. Sous l'influence de l'électricité (étincelle ou effluve), on peut l'unir soit à l'hydrogène, en présence d'un acide (sel ammoniacal), soit à l'oxygène, en présence d'un alcali (azotate); on peut encore le combiner, d'après mes expériences, au carbone et à l'hydrogène simultanément, c'est-à-dire à l'acétylène, pour former l'acide cyanhydrique. Entre ces différents procédés, ils ont choisi l'emploi du magnésium, en complétant la purification du résidu au moyen de l'oxygène, avec le concours des étincelles électriques, continuées pendant quelques heures.

» C'est ainsi qu'ils ont obtenu un rendu final de 1 centième environ. C'est le nouveau gaz, qu'ils appellent *argon*, gaz unique, ou mélange de plusieurs gaz, caractérisé par sa densité et par les raies de son spectre.

» Ils ont vérifié, d'autre part, que l'azote chimique, traité de même par l'oxygène et les étincelles électriques, s'absorbe en totalité, ou plus exactement à un demi-millième près [1], sans fournir d'argon. L'argon ne dérive donc pas de quelque transformation de l'azote, dans ces conditions.

» Ils ont ensuite déterminé les propriétés du nouveau gaz.

» Le rapport entre sa *densité* et celle de l'oxygène est représenté par $\frac{20}{16}$.

---

(1) Provenant de traces d'air, dont il est difficile de prévenir absolument l'introduction.

» Son *spectre* est tout à fait caractéristique : il a fait l'objet d'une étude approfondie de M. Crookes, qui a déterminé les longueurs d'onde des raies de ce gaz et en donne le Tableau.

» L'argon fournit deux spectres de lignes distinctes, l'un rouge (80 lignes), l'autre bleu (119 lignes), selon l'intensité du courant et l'interposition d'une bouteille de Leyde à grande surface : ces deux spectres ont d'ailleurs un certain nombre (26) de raies communes. Ces raies sont différentes de celles de l'azote et des autres éléments connus.

» La préparation de l'argon doué de semblables caractères, par deux procédés aussi différents que l'action de l'étincelle en présence de l'oxygène et celle du magnésium, sans oxygène, paraît en établir la préexistence dans l'air.

» La *solubilité* de l'argon dans l'eau s'élève à 40^{cc} par litre, vers 12° à 14°; à peu près au même chiffre que pour l'oxygène, l'azote étant deux fois et demie moins soluble. Aussi l'azote brut, préparé avec les gaz extraits de l'eau de pluie, possède-t-il une densité sensiblement supérieure à celle de l'azote extrait de l'air, d'après les auteurs, c'est-à-dire qu'il est plus riche en argon.

» La *liquéfaction* de l'argon n'a pas lieu à — 90°, même sous une pression de 100^{atm}. Mais elle a été réalisée par M. Olzewski sur un échantillon remis par les auteurs, avec le concours du froid produit par l'évaporation de l'éthylène. Son point critique est à -121°, sous une pression de $50^{atm},6$. Son point d'ébullition est à -187°, sous une pression de $0^{m},740$. La densité du liquide ainsi obtenu est voisine de 1,5, très supérieure à celle de l'oxygène dans les mêmes conditions (1,12). Il cristallise par un froid plus grand et son point de fusion est à $-189^{o},6$. Des propriétés aussi bien définies semblent exclure l'idée d'un mélange de deux corps différents.

» Le rapport des *deux chaleurs spécifiques* du gaz, à pression constante et à volume constant, a été déterminé d'après la vitesse du son, ou plus exactement, d'après la longueur de l'onde sonore dans des tubes. Ce rapport a été trouvé de 1,65 et 1,61, dans deux tubes d'un diamètre respectivement égal à 2^{mm} et à 8^{mm} : rapport très différent du nombre 1,41 qui a été trouvé sensiblement identique pour l'air, l'oxygène, l'azote et l'hydrogène. Ce rapport anormal a déjà été observé pour la vapeur de mercure; il conduirait, d'après la théorie cinétique des gaz, à cette hypothèse que le gaz serait formé d'atomes isolés, dont la force vive serait représentée entièrement par la force vive de translation. Observons que

cette hypothèse, aussi bien que les calculs dont on déduit le rapport des deux chaleurs spécifiques, et même la valeur du poids moléculaire, 20, attribué à l'argon, n'est admissible que pour les gaz qui possèdent la même loi de compressibilité (loi de Mariotte ou de Boyle) et la même loi de dilatation (loi de Gay-Lussac). Il serait à désirer que ces deux lois fussent vérifiées pour l'argon ([1]). On doit se demander aussi ce que devient la loi de Dulong, relative aux chaleurs spécifiques des éléments pour l'argon. On voit par là combien de problèmes soulève la nouvelle découverte. MM. Rayleigh et Ramsay combleront sans doute ces lacunes.

» Quoi qu'il en soit, telles sont les propriétés physiques observées dans cette étude intéressante.

» Il restait à obtenir les combinaisons chimiques de l'argon. Mais les auteurs déclarent que tous leurs essais dans cette voie ont été infructueux. L'argon ne se combine pas à l'oxygène, même en présence des alcalis et de l'étincelle électrique. Il ne s'unit pas à l'hydrogène sous la même influence, en présence des acides ou des alcalis. Il n'est attaqué ni par le chlore, le phosphore, ou le soufre, à froid ou à chaud ; ni par l'hydrate de soude, ou la chaux sodée, ou les polysulfures alcalins, ou l'azotate de potasse fondu, ou le peroxyde de sodium. Il n'altère pas l'éclat métallique du sodium ou du potassium, même par distillation. Le noir et la mousse de platine ne l'absorbent pas. L'eau régale, le brome, les hypobromites, le permanganate de potasse acidifié sont sans action, etc. De même, d'après le mode de préparation, les métaux et le magnésium.

» Cette inactivité, plus grande encore que celle de l'azote, porterait à supposer que la présence de l'argon dans l'atmosphère n'exerce aucune influence sur les animaux supérieurs. Quant aux bactéries, les faits que j'ai découverts relativement à leur propriété d'absorber l'azote montrent qu'il est opportun de se tenir sur la réserve : il conviendrait à cet égard de vérifier si l'azote, obtenu par la destruction totale d'une plante, ou d'un animal, ne renfermerait pas d'argon.

» Cette découverte inattendue est d'une grande importance pour la philosophie naturelle. Peut-être l'argon et les conditions spéciales de son action ne tarderont-ils pas à être reconnus dans quelque composé minéral, ou organique. En tout cas, la méthode qui a conduit à la démonstration

---

([1]) Et pour la vapeur de mercure, à basse température, vapeur qui a donné aussi un rapport anormal pour les rapports des deux chaleurs spécifiques, calculé d'après la longueur de l'onde sonore.

de sa découverte fournit une nouvelle preuve des ressources de l'analyse spectrale, et elle donne une haute idée de la patience et de la précision des expérimentateurs qui ont obtenu de semblables résultats. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Soit

$$F(u_1, u_2, \ldots, u_p)$$

ou simplement $F(u_i)$ une fonction abélienne, c'est-à-dire une fonction à p variables et à $2p$ périodes qui ne change pas quand l'un des arguments augmente de $2i\pi$ et qui admet, d'autre part, p autres périodes dites de *seconde espèce,* de telle sorte que l'on ait

$$F(u_i + a_{ik}) = F(u_i) \qquad (k = 1, 2, \ldots, p).$$

Les p^2 quantités a_{ik} satisfont d'ailleurs à la condition

$$a_{ik} = a_{ki}.$$

» Parmi les fonctions abéliennes, je distinguerai celles que j'appellerai *spéciales* et qui doivent leur origine à une courbe algébrique C de genre p. On sait que pour $p = 2$ et pour $p = 3$ toutes les fonctions abéliennes sont spéciales, mais qu'il n'en est plus de même pour $p \geqq 4$.

» A l'égard des fonctions abéliennes spéciales, on peut considérer p intégrales abéliennes de première espèce

$$v_1(x), \quad v_2(x), \quad \ldots, \quad v_p(x)$$

qui sont des fonctions des coordonnées x et y d'un point de la courbe C, ou plus simplement encore des fonctions de l'abscisse x seulement.

» Considérons maintenant la fonction Θ.

» On peut étudier ses zéros à deux points de vue différents. On peut d'abord former p équations à p inconnues

$$(1) \qquad \Theta(u_i - e_{ik}) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, p)$$

où les e_{ik} sont p^2 constantes données. Les équations (1) admettent, comme je l'ai montré, $p!$ solutions.

» On peut encore, comme l'a fait Riemann, s'il s'agit de fonctions spé-

ciales, former une seule équation à une inconnue

$$(2) \qquad \Theta[v_i(x) - e_i] = 0,$$

où les e_i sont p constantes données. Le nombre des solutions est alors égal à p.

» Ces résultats peuvent être généralisés de plusieurs manières différentes :

» 1° J'appellerai fonction θ une fonction entière de $u_1, u_2, \ldots, u_p$ qui, comme la fonction Θ, se reproduit multipliée par un facteur exponentiel quand on augmente les u_i d'une période de deuxième espèce et, de plus, ne change pas quand un des u_i augmente de $2i\pi$. Je dirai que deux fonctions θ appartiennent au même faisceau quand elles admettent les mêmes facteurs exponentiels et qu'une fonction θ est d'ordre n quand elle admet les mêmes facteurs exponentiels que

$$[\Theta(u_i - e_i)]^n.$$

» Un faisceau d'ordre n comprend n^p fonctions θ linéairement indépendantes.

» Cela posé, s'il s'agit de fonctions spéciales, on démontre aisément qu'*il y a dans un faisceau d'ordre n*

$$n^p + p - np - 1$$

fonctions θ linéairement indépendantes qui s'annulent identiquement quand on y remplace u_i par $v_i(x)$.

» 2° Supposons toujours qu'il s'agisse de fonctions spéciales et formons les q équations à q inconnues

$$(3) \qquad \Theta[v_i(x_1) + v_i(x_2) + \ldots + v_i(x_q) - e_{ik}] = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, q),$$

où les e_{ik} sont pq constantes données.

» Ces équations admettent

$$\frac{p!}{\overline{p-q}!}$$

solutions, en ne regardant pas comme distinctes deux solutions qui ne diffèrent que par l'ordre dans lequel se présentent les q points

$$x_1, \quad x_2, \quad \ldots, \quad x_q.$$

» Ce résultat, qui contient comme cas particuliers ceux que je viens d'énoncer au sujet des équations (1) et (2), peut se démontrer par une

méthode analogue à celle qui m'a permis d'établir le résultat particulier relatif à l'équation (1) (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XI).

» Cette méthode consiste à approfondir ce qui se passe dans un cas particulier que j'appellerai *cas singulier elliptique*, et qui est celui où les $a_{ik}(i \gtrless k)$ s'annulent et où la fonction θ se décompose en un produit de p fonctions θ elliptiques. Je me bornerai à dire que, dans ce cas, la courbe C de genre p se décompose en p courbes de genre 1.

» Le résultat de Riemann relatif à l'équation (2) et le mien qui se rapporte aux équations (1) entraînent des conséquences qui semblent, au premier abord, mal se concilier entre elles. Le paradoxe, bien entendu, n'est qu'apparent, et tout s'explique par la circonstance suivante :

» Soit, par exemple, $p = 3$; formons les deux équations

$$(4) \qquad \begin{cases} \Theta(u_1 - e_1, u_2 - e_2, u_3 - e_3) = 0, \\ \Theta(u_1 - e'_1, u_2 - e'_2, u_3 - e'_3) = 0. \end{cases}$$

Si l'on regarde u_1, u_2, u_3 comme les coordonnées rectangulaires d'un point dans l'espace, ces équations représentent une courbe que j'appellerai A.

» *Dans certains cas, cette courbe* A *se décompose*. Pour $p = 3$, la courbe C se réduit à une courbe plane du quatrième degré sans point double. Les propriétés géométriques de ces courbes planes permettent très aisément d'expliquer les circonstances de la décomposition de la courbe A, et le paradoxe s'évanouit.

» J'arrive à une autre question.

» M. Lie a appelé *surface de translation* une surface dont les équations peuvent être mises sous la forme

$$x_i = f_i(t) + \varphi_i(t') \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où x_1, x_2, x_3 représentent les coordonnées rectangulaires d'un point dans l'espace et où t et t' sont deux variables auxiliaires.

» On peut de même appeler *variété de translation* une variété à $p - 1$ dimensions dont les équations peuvent être mises sous la forme

$$x_i = f_{1.i}(t_1) + f_{2.i}(t_2) + \ldots + f_{p-1.i}(t_{p-1}) \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

où $x_1, x_2, \ldots, x_p$ sont les coordonnées rectangulaires d'un point dans l'espace à p dimensions et où les t sont des variables auxiliaires.

» Cela posé, supposons, dans le cas de $p = 3$, que u_1, u_2, u_3 représentent les coordonnées d'un point dans l'espace; ou, plus généralement, pour

p quelconque, supposons que $u_1, u_2, \ldots, u_p$ représentent les coordonnées d'un point dans l'espace à p dimensions.

» Alors Riemann a démontré que, dans le cas de $p = 3$, la surface

$$\Theta(u_1, u_2, u_3) = 0$$

est de translation. De même pour p quelconque, et, *s'il s'agit de fonctions spéciales,* la variété

$$\Theta(u_i) = 0$$

sera de translation.

» On peut se demander si cette propriété est encore vraie pour les fonctions abéliennes non spéciales.

» *La réponse doit être négative.*

» On pourrait déduire de là, sous la forme d'équations aux dérivées partielles auxquelles doit satisfaire Θ, la condition pour que les fonctions abéliennes de périodes données soient spéciales.

» Mais je n'ai pas traité la question dans toute sa généralité. J'ai envisagé seulement les cas voisins du cas singulier elliptique, c'est-à-dire que j'ai supposé que, les a_{ii} restant finis, les $a_{ik} (i \gtrless k)$ sont très petits. On peut alors former aisément les conditions pour que la variété $\Theta = 0$ soit de translation, en nombre égal à celui des conditions pour que les fonctions abéliennes soient spéciales. Dans le cas de $p = 4$, il n'y a qu'une seule condition qui s'écrit

$$\sqrt{a_{12} a_{13} a_{34} a_{24}} + \sqrt{a_{13} a_{14} a_{23} a_{24}} = \sqrt{a_{12} a_{14} a_{23} a_{34}}.$$

En passant à la limite de diverses manières, on peut être conduit à des résultats intéressants; c'est ainsi que l'on voit que la surface

$$xyz + x + y + z = 0$$

est de deux manières différentes une surface de translation.

» Outre le cas singulier elliptique, il y a un cas remarquable que l'on pourrait appeler le cas singulier abélien; c'est celui où la fonction Θ se décompose en un produit de plusieurs fonctions Θ abéliennes d'un nombre moindre de variables.

» En envisageant un cas voisin du cas singulier abélien, puis en passant à la limite d'une manière convenable, on est conduit à certains résultats intéressants au sujet des fonctions abéliennes.

» On voit, par exemple, que certaines surfaces, dont les équations

s'expriment à l'aide de fonctions quadruplement périodiques de deuxième espèce, sont des surfaces de translation. »

NAVIGATION. — *Aubes propulsives à pénétration tangentielle.* Note de M. **Guyou.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un modèle de propulseur, dont l'idée m'a été suggérée par les expériences de M. Marey sur la natation des poissons.

» Cet appareil n'est qu'une application particulière d'un principe, qui peut être réalisé de diverses manières. Il consiste dans une palette, dont l'axe est perpendiculaire à la direction de la quille du navire et à laquelle la machine imprime un mouvement tel que, pour une valeur déterminée du rapport de la vitesse du navire à la vitesse angulaire de l'arbre moteur, elle glisse tangentiellement dans le liquide à la manière de la vis dans l'écrou. Pour toute autre valeur de ce rapport, elle glisse rapidement sur une trajectoire sinueuse à laquelle elle se présente obliquement de manière à recueillir une pression accélératrice ou retardatrice.

» Le principe de la disposition de ces appareils est le suivant : une manivelle, calée sur l'arbre moteur, conduit, par l'intermédiaire d'un mécanisme quelconque, un point sur une courbe fermée, dont le plan est parallèle à la quille. Une seconde manivelle, faisant, avec la précédente, un petit angle, imprime, à un second point, un mouvement identique sur une courbe placée un peu en arrière de la précédente. Par suite de l'angle des deux manivelles conductrices, ce second point est en retard sur le premier d'un intervalle constant; et il est clair que lorsque le rapport de la vitesse du navire à celui de la machine sera tel que l'espace parcouru dans cet intervalle soit celui qui sépare les deux courbes, le second point décrira la même trajectoire que le premier dans le liquide. Par suite, une lame étroite et mince, entraînée par le premier point et guidée de manière que son plan passe toujours par le second, glissera tangentiellement à la trajectoire commune.

» Dans le présent modèle, l'axe de la palette est animé d'un mouvement oscillatoire suivant une droite perpendiculaire à sa direction et à celle de la quille. La combinaison de ce mouvement avec celui du navire lui fait décrire, dans l'eau, un cylindre, dont la directrice est une sinusoïde.

» L'inclinaison de son plan est réglée par une tige glissant dans une

douille articulée, animée du même mouvement oscillatoire que la tige, mais en retard sur elle d'un intervalle constant.

» On peut encore faire conduire l'axe de la palette par une roue animée d'un mouvement uniforme; dans ce cas, la trajectoire déployée est une trochoïde. Le dispositif nécessaire pour guider l'inclinaison serait alors analogue à celui des anciennes roues à pales articulées, avec cette différence essentielle cependant que la direction des pales serait presque perpendiculaire à celle que l'on s'attachait à obtenir autrefois. On obtiendrait ainsi des roues propulsives susceptibles d'être complètement immergées.

» Le mode d'action de ces propulseurs présenterait, avec celui de l'hélice, une grande analogie. Il est bien difficile de dire *a priori* si leur application pourrait, dans quelques cas, réaliser un progrès. La comparaison des deux systèmes fait, en effet, ressortir un ensemble d'avantages et d'inconvénients entre lesquels l'expérience seule peut prononcer.

» Le mécanisme de l'hélice est incomparablement plus simple; elle n'exige sous l'eau aucun dispositif susceptible d'accroître les résistances de la carène; ses réactions ne subissent d'autres variations que celles qui résultent des inégalités de résistance de l'eau aux différentes profondeurs. Mais, par contre, la partie réellement efficace de sa surface est relativement restreinte, tandis que toute la palette des propulseurs dont je parle agit de la même manière. D'un autre côté, le *pas* de l'hélice est invariable, tandis que celui de ces propulseurs pourrait être modifié à volonté par un simple changement de calage de l'une des manivelles conductrices. Il en résulte que l'on pourrait aisément donner au pas la valeur la plus favorable à une bonne utilisation.

» Il n'est pas inutile de faire remarquer encore qu'un appareil, disposé comme l'indique ce modèle, pourrait peut-être donner la solution du problème, non résolu jusqu'ici, du gouvernail mécanique. On voit, en effet, que cet appareil, inséré dans le plan longitudinal du navire, n'offrirait à la vitesse qu'une résistance insignifiante et, qu'en le faisant tourner dans un sens ou dans l'autre, on produirait une force susceptible d'accélérer les évolutions.

» Pour ce qui concerne la nouveauté du principe que je viens d'indiquer, je crois qu'en pareille matière il convient d'être très réservé; je me bornerai à dire que je n'ai pas connaissance que son application ait été tentée jusqu'ici. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *État actuel des études sur la végétation des colonies françaises et des pays de protectorat français.* Note de M. Ed. Bureau.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Le mouvement d'expansion coloniale qui se produit en ce moment peut avoir pour notre pays des résultats heureux; mais à la condition seulement que les entreprises d'exploitation soient basées sur une étude scientifique de la contrée où nos colons iront se fixer. Lorsqu'on connaît bien les productions naturelles, et particulièrement la végétation spontanée d'un pays, on sait ce qu'on peut lui demander aux points de vue agricole, industriel et commercial. Les études de géographie botanique faites en Algérie par M. Cosson ont dirigé l'emploi des capitaux et évité bien des pertes. Un service semblable était à rendre pour toutes les possessions françaises d'outre-mer, et il importait de provoquer et d'organiser l'étude de la végétation de toutes nos colonies, de tous nos pays de protectorat pour lesquels de semblables travaux n'étaient pas en cours d'exécution. C'est du reste seulement dans les immenses herbiers du Muséum que les recherches nécessaires peuvent être faites avec fruit, et il était de mon devoir de procéder à la mise en œuvre de ces collections, dont la direction m'est confiée. J'ai, en conséquence, partagé le travail entre un certain nombre de botanistes. Notre but est d'arriver à publier des volumes in-8°, sans illustrations, écrits en français, pouvant être consultés par tout le monde, et remplissant à peu près, pour chacune de nos colonies, le rôle de la Flore des environs de Paris pour la région parisienne.

» L'Académie des Sciences a eu la primeur de cette tentative. La Flore de la Polynésie française : îles de la Société, Marquises, Pomotou, Gambier et Wallis, par M. Em. Drake del Castillo, lui a été présentée en 1893. M. Drake a basé ses études sur les collections recueillies par Dupetit-Thouars, Mercier, Lespine, Vesco, Morenhout, Pancher, Nadeaud, etc.

» Une seconde Flore, celle de la Réunion, est sous presse. Elle a été rédigée par M. Jacob de Cordemoy, à la Réunion même. Cette rédaction sur place présentait des avantages; mais il est à regretter que l'auteur n'ait pu prendre connaissance des herbiers formés dans cette île par Ber-

nier, Richard, Boivin, G. de Lisle, etc., herbiers qui se trouvent au Muséum.

» M. Pierre, Directeur du Jardin botanique de Saïgon, en congé, rédige la *Flore forestière de la Cochinchine*. Cet Ouvrage, publié avec un grand luxe, aux frais du Conseil général de la colonie, sort de notre plan; mais personne n'est mieux préparé que M. Pierre à nous donner une Flore usuelle de la Cochinchine et du Cambodge. Outre les matériaux recueillis par lui, il pourra avoir à sa disposition ceux qui sont dûs aux voyages de MM. Lefèvre, Beaudouin, Germain, Thorel, Julien, Godefroy, Harmand, Régnier, etc.

» Sur la végétation du Siam, les documents que nous pouvons consulter sont insuffisants et se composent surtout des collections recueillies par Schomburgk.

» La Flore du Tonkin est étudiée par M. Franchet. J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, en 1886, un aperçu des premières collections envoyées du nord du delta par Balansa et de celles qui ont été recueillies dans le sud par l'abbé Bon. Depuis, Balansa nous a fait connaître la Flore du mont Bavi; mais la région montagneuse du nord, et presque tout l'Annam, nous restent inconnus. Pour ces pays, la Flore devra être précédée de travaux partiels ou de la rédaction d'un Catalogue.

» Nos possessions de l'Inde sont bien disséminées et bien peu étendues pour faire l'objet d'une Flore d'ensemble. Un Catalogue des plantes de Pondichéry a été commencé sur place par M. Léveillé, qui pourra consulter avantageusement au Muséum les herbiers recueillis dans cette colonie par Perrottet et par Lépine.

» La publication de la Flore de l'Algérie et de la Tunisie est assurée par une fondation de M. Cosson: M. le D[r] Bonnet et M. Baratte y travaillent en ce moment. Les matériaux abondent; car les botanistes qui ont herborisé dans le nord de l'Afrique sont très nombreux.

» M. Vallot a publié, en 1882, le commencement d'un Catalogue des plantes du Sénégal, d'après les anciens herbiers de Perrottet, Heudelot, Leprieur, Boivin, etc., recueillis surtout sur la côte et dans le bas du fleuve. Depuis, nous avons reçu d'intéressantes collections du Haut-Sénégal et du Fouta-Djallon. Nous n'avons que très peu de choses du Soudan et absolument rien du Dahomey.

» Le Gabon et le Congo sont l'objet des études assidues de M. Hua, qui trouve au Muséum les herbiers recueillis par MM. Aubry-Lecomte,

Griffon du Bellay, Soyaux, de Brazza, Swebish, Thollon, Dybowski, le commandant Masson, les R. P. Duparquet et Klaine, etc.

» M. Baillon publie les plantes de Madagascar dans le grand Ouvrage de M. Grandidier. Huit parties de l'Atlas ont déjà paru. Les matériaux en sont fournis par les récoltes anciennes de Bernier, Boivin, Richard, Pervillé, etc., et par les récoltes plus récentes de MM. Grandidier, Humblot, Hildebrandt, Le Myre de Villers, Grevé, Baron, Catat, Scott Elliot, Douliot, etc. Aucun herbier n'est aussi riche que celui du Muséum en plantes de Madagascar. La végétation de cette grande île est toute spéciale, et les espèces sont si nombreuses qu'il n'est pas d'envoi qui n'en renferme de nouvelles. Personne autre que M. Baillon ne sera en mesure de rédiger la Flore usuelle de cette importante possession.

» L'étude des Comores n'est pas encore commencée. Elle sera possible, grâce aux recherches de M. Humblot.

» Pour les Antilles françaises, dont s'occupe M. J. Poisson, nous avons les collections recueillies à la Guadeloupe par Lherminier, Duchassaing, Picard, Mazé, Coudreau et le R. P. Duss, et, à la Martinique, par Sieber, Bélanger, Hahn, Husnot. Ces deux îles sont bien connues; mais les dépendances de la Guadeloupe : la Désirade, Marie-Galante, les Saintes, Saint-Barthélemy, la Petite-Terre et Saint-Martin demandent à être explorées.

» M. Drake del Castillo, aussitôt après avoir terminé la Flore de la Polynésie, s'est attaché à celle de la Guyane française. Il a repris le travail fait par M. le Dr Sagot, dont nous regrettons la perte, et qui avait publié, dans les *Annales des Sciences naturelles*, le commencement du Catalogue des plantes de cette colonie. Les collections que M. Drake a à sa disposition sont celles de Richard, Leprieur, Rech, Crevaut, Sagot, Huet, Mélinon, etc.

» Enfin, je continue à étudier la Flore de la Nouvelle-Calédonie. Le Muséum possède, de cette île, les herbiers récoltés par Labillardière, Vedel, Pancher, Vieillard, Deplanche, Beaudouin, Thiébaut, Balansa, Germain, Bronsmiche, etc. Malgré ce nombre, des explorations nouvelles sont désirables dans les montagnes centrales et à l'île Art, située au nord-ouest de la Grande-Terre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Arnaudeau** soumet au jugement de l'Académie un travail portant pour titre : « Table des nombres triangulaires de 1 à 100 000, suivie d'une Table des tangentes naturelles de 0° à 90°, pour des angles variant de 30″ en 30″, avec textes explicatifs ».

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Darboux, Tisserand)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Charles Henry*, intitulé : « Abrégé de la théorie des fonctions elliptiques » ;

2° Le deuxième volume des « Recherches de Chimie et de Physiologie appliquées à l'agriculture », par M. *Petermann*, Directeur de la Station agronomique de Gembloux (Belgique). (Présenté par M. P.-P. Dehérain.)

M. **H. Brocard** adresse, par l'entremise de M. Poincaré, une Note sur le « Catalogue des travaux mathématiques annoncés ou publiés dans les Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences », dont il a entrepris la publication.

ASTRONOMIE. — *Sur un passage de l'ombre du quatrième satellite de Jupiter.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer le résultat de l'observation du passage de l'ombre du quatrième satellite de Jupiter, qui a eu lieu le 25 janvier dernier par une distance du satellite au périjove de son orbite de 10°23′ seulement, en même temps qu'il était éloigné de 84°59′ du nœud le plus voisin, ce qui constitue un ensemble

de circonstances qui ne doit se reproduire qu'après un espace de deux siècles.

» L'ombre a entamé le limbe à $10^h 27^m 20^s$, temps moyen de Valence, en longeant le bord austral du disque sans y laisser apercevoir la moindre trace de filet lumineux, pas même au milieu de la corde parcourue, bien qu'à ce moment-là elle se soit montrée d'un noir intense qui tranchait nettement sur le fond terne de la calotte polaire. Elle l'a quittée complètement à $11^h 32^m 45^s$.

» Il en résulte donc, eu égard à l'intervalle compris entre chaque contact extérieur de l'ombre avec le disque et l'instant où son centre s'est trouvé juste sur le bord, que la demi-durée de la traversée a été de $21^m 30^s$. C'est assurément la plus courte des demi-durées observées jusqu'à ce jour, le centre de l'ombre n'ayant été jamais vu se projeter à une si petite distance du pôle.

» En adoptant l'heure du milieu du passage, déduite des données de la *Connaissance des Temps*, j'avais obtenu, par un calcul provisoire, une demi-durée de 30^m. Le second mode de calcul de M. Souillart, appliqué au moment de la conjonction déduite de l'observation, soit $11^h 14^m 7^s$, temps moyen de Paris, en y comprenant la correction relative à la vitesse de la lumière, m'a donné, pour la latitude et le rayon vecteur qui s'y rapportent, respectivement

$$\Lambda_4 = -1^\circ 56' 2'',2, \qquad R_4 = 26,8133,$$

d'où l'on conclut à une demi-durée de $27^m 9^s$ (¹).

» La comparaison de ce résultat à celui de l'observation fait ressortir une différence de $5^m 39^s$, qui semble au premier abord excessive; mais, en ayant égard, d'une part, au point critique de l'orbite sur lequel le satellite s'est trouvé au moment du phénomène, d'autre part, à ce que les valeurs des constantes que les formules renferment ne sont pas d'une rigoureuse exactitude, on conviendra sans peine que l'accord entre l'observation et la théorie du savant professeur de Lille est encore aussi satisfaisant qu'on peut raisonnablement le désirer.

» Il convient de remarquer à ce sujet que la latitude déduite de l'obser-

---

(¹) En admettant $\gamma_5 = 314^\circ 46' 16''$. Si l'on adopte pour cette longitude une valeur de $314^\circ 45' 10''$, changement réclamé par la série des observations précédentes, la demi-durée serait de $27^m 20^s$. C'est là un fait qui mérite d'appeler l'attention.

vation est de $-1^{\circ}56'30''$; elle ne surpasse donc la latitude théorique que de $28''$, écart qui rentre assez bien dans les limites extrêmes fixées par la théorie elle-même. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le quatrième trimestre de* 1894. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux ci-joints. Les principaux faits qui en ressortent peuvent se résumer ainsi :

» *Taches.* — En 41 jours d'observations, on a noté 104 groupes représentant une surface de 5208 millionièmes de l'hémisphère solaire. Le troisième trimestre, en 61 jours, avait fourni 110 groupes et une surface totale de 6024 millionièmes. On voit par là que l'augmentation signalée précédemment ne s'est pas continuée, et si l'on prend les moyennes de deux semestres consécutifs, on remarque que l'étendue des taches va en diminuant depuis la fin de 1893.

» La comparaison des résultats obtenus pendant ce trimestre et le précédent nous donne 6 groupes en moins dans l'hémisphère austral (57 au lieu de 63); au nord, le nombre de groupes est le même (47); et, enfin, on a, au total, une surface moindre de 816 millionièmes.

» Les trois groupes suivants de notre Tableau I ont été *visibles à l'œil nu :* octobre 8,1 à -11°; novembre 22,1 à -20°; décembre 20,9 à -14°. Tous trois dans l'hémisphère austral (le trimestre précédent en avait fourni 1 au sud et 2 au nord).

» Enfin, nous n'avons constaté l'absence de taches dans aucun des jours d'observation.

» *Régions d'activité.* — Pour les facules, les résultats de nos observations dans ce trimestre sont peut-être moins comparables que pour les taches à ceux du trimestre précédent. On y compte, en effet, 20 jours d'observation en moins, et cette lacune a plus d'influence pour les facules que pour les taches, la durée possible d'observation des premières étant moindre, puisqu'elles ne peuvent être observées que près des bords du disque solaire. Néanmoins, on est en droit de conclure que leur allure générale est, comme celle des taches, en décroissance, et cela depuis le premier semestre de 1893.

» Le premier Tableau donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches ; les colonnes successives renferment les époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le jour du passage au méridien central du disque solaire (en jour, fraction de jour et temps moyen de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque ; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches ; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1894.	0,00.		
27– 9	6	3,7		+10	122
2	1	4,5	—12		2
2	1	5,2	—18		2
29– 6	3	5,6	—12		94
6	1	6,4		+ 1	2
2–13	7	8,1	—11		838
2–13	7	8,5		+13	129
6–13	6	9,6		+17	115
9	1	9,6		+ 5	3
6–13	6	10,0	—15		5
6	1	10,2		+ 6	12
6–16	7	11,3		+10	267
12–16	3	11,7	—15		94
12	1	13,2	— 4		2
12–16	3	13,3		+22	28
10–16	4	14,5	— 5		3
19	1	16,1		+21	1
16–22	4	16,7		+12	18
12–20	3	16,7	— 8		16
19	1	17,5	—14		1
19	1	17,6		+23	4
19	1	18,0	—34		1
19	1	19,1		+ 2	2
19	1	19,6	— 7		1
19	1	19,9		+19	2
19	1	21,0	—10		1
19	1	21,5		+14	1
26	1	22,6		+22	3
19	1	22,8	—11		2
23	1	23,2		+18	2
19–26	5	24,0		+ 9	47
19–30	7	24,7	—14		58
22–23	2	24,7		+ 5	16
		Octobre (suite).	0,00.		
19–29	6	25,0		+19	13
26	1	25,4	—18		2
29–30	2	26,6		+ 5	7
22–26	3	26,7	—10		17
26	1	26,7		+ 1	4
26	1	26,8		+28	3
26–30	3	27,8	—12		4
30	1	28,0		+15	2
29	1	28,3	— 3		2
26	1	29,2	—12		2
29–30	2	30,5	—13		3
29– 2	4	30,5		+15	26
30	1	30,7	—28		1
	16 j.		—13°,0	+13°,0	
		Novembre 1894.	0,00.		
31– 2	2	0,8	—13		4
29– 9	9	3,1		+14	138
29– 3	5	3,5	—10		8
5	1	4,3	—18		2
30– 9	8	5,1		+ 8	104
31– 9	5	5,9		+13	136
5	1	6,6		+ 9	2
6– 9	3	6,9	—11		121
2– 6	4	7,9	—15		20
3– 9	5	8,9	—18		5
9	1	9,4	—18		1
5–14	5	9,9	— 6		116
9–14	2	10,7	—22		79
9	1	12,7		+ 7	4
9	1	14,0	— 7		19

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre (suite).		0,00.	
14-18	2	14,4		+10	29
14-18	2	18,1		+ 7	13
14-23	3	19,6		+ 2	59
18-23	2	20,3	—13		38
18	1	20,7		+11	7
23-26	2	22,1	—20		380
23	1	23,8	—12		1
23	1	25,4	—12		11
23- 1	3	26,3		+ 8	50
1	1	28,1	—14		11
1- 3	2	29,5	— 5		6
1- 5	4	29,6		+24	201
	11 j.		—13°,4	+10°,3	
		Décembre 1894.		0,00.	
26- 6	6	0,7		+ 9	123
1	1	1,0		+18	2
7	1	2,5		+11	35
1- 8	7	4,0	—14		129
3-11	7	5,5		+ 8	63
1-11	8	5,7	—18		217
1	1	6,3	— 8		4
1-11	8	6,8	—20		33
		Décembre (suite).		0,00.	
8	1	8,5		+12	10
7	1	8,5	—51		1
3- 8	6	9,2	— 5		90
11	1	10,2	—18		255
5-11	5	10,9		+ 1	25
17	1	14,7		+15	5
17	1	16,4	— 3		2
17	1	18,1		+17	1
17	1	18,1	— 4		1
17-19	3	18,7		+ 5	13
17	1	18,8	— 7		2
17	1	20,1	— 3		2
17-24	4	20,9	—14		448
17	1	21,0	— 8		3
17-28	5	22,8	—17		51
24-28	2	24,7	—11		4
28	1	26,6	— 1		1
24-29	3	27,5		+ 7	25
28	1	27,8	— 9		1
28-29	2	28,1	—19		6
24-29	3	28,8		+ 4	29
28- 2	3	28,9		+13	80
29	1	29,6	— 2		2
	14 j.		—12°,2	+10°,0	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre ...	»	1	1	13	7	22	24	10	9	5	»	»	46	1980
Novembre .	»	»	1	11	4	16	11	7	3	1	»	»	27	1565
Décembre..	1	»	»	8	10	19	12	6	6	»	»	»	31	1663
Totaux ..	1	1	2	32	21	57	47	23	18	6	»	»	104	5208

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre....	2	4	5	11	6	28	30	12	12	5	1	»	58	70,3
Novembre ..	1	»	1	15	5	22	18	6	11	1	»	»	40	58,2
Décembre ..	»	1	1	9	5	16	18	7	4	5	2	»	34	50,8
Totaux...	3	5	7	35	16	66	66	25	27	11	3	»	132	179,3

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les poutres droites continues, solidaires avec leurs piliers.* Note de M. **Eugène Laye**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Le calcul des poutres continues solidaires avec leurs piliers a déjà fait l'objet des recherches de plusieurs ingénieurs, notamment de M. Bertrand de Fontviolant qui, dans un remarquable Mémoire autographié en 1884 et inséré au *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils* en 1886, a donné une solution analytique de la question dans le cas où tous les piliers seraient encastrés en leurs pieds.

» La méthode analytique et graphique, que nous exposons dans le Mémoire dont la présente Note donne l'analyse sommaire, diffère complètement de ces travaux antérieurs et s'applique quelles que soient les liaisons des piliers avec leur fondation, que ceux-ci soient encastrés à leur base ou reposent sur rotule.

» Cette méthode a un lien étroit avec celle qui a été donnée, pour les poutres continues ordinaires, par M. Maurice Lévy, dans son beau *Traité de Statique graphique*, et offre, par suite, en application, les mêmes avantages au point de vue de la rapidité des calculs. Nous démontrons, en effet, que le théorème des deux moments établi par ce savant s'étend aux poutres continues solidaires avec leurs piliers, l'équation dont ce théorème est la traduction étant, bien entendu, complétée par des termes tenant compte de la solidarité des piliers.

» Prenons pour directions positives des axes de coordonnées, dans chaque travée, la partie de droite de l'horizontale et la partie descendante de la verticale, issues de l'appui de gauche, et soient : E et δ les coefficients d'élasticité et de dilatation; I le moment d'inertie d'une section de la poutre; $\mathrm{I}p_i$ celui d'une section du pilier de rang i et de hauteur h_i, dont l'extrémité supérieure, de cote y_i au-dessous d'un plan horizontal fixe, subit un déplacement horizontal ε_i sous l'action d'une variation de température de τ degrés; $\mathfrak{M}_i$ le moment fléchissant au foyer de gauche, d'abscisse u_i, de la travée de rang i et de longueur l_i; μ_i le moment de flexion en ce point, la travée existant seule, posée sur deux appuis simples; n le rapport du facteur EI à celui $\mathrm{E}_0\mathrm{I}_0$ d'une section fixe arbitrairement choisie; et ϖ_i l'ordonnée d'un point particulier du pilier i jouissant de la propriété que le moment fléchissant, sous une charge quelconque, y est le même que si ce pilier était détaché du reste de la poutre et simplement

appuyé à l'extrémité supérieure. Cette ordonnée a pour valeur

$$w_i = h_i \qquad \text{ou} \qquad w_i = \frac{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{y^2\,dy}{\mathrm{EI}p_i}}{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{y\,dy}{\mathrm{EI}p_i}},$$

suivant que le pilier est à rotule ou encastré en son pied.

» Affectons de l'indice $i+1$ les mêmes quantités relatives à la travée et au pilier de rang $i+1$, et posons, avec $v_i = l_i - u_i$,

$$\mathrm{C}_i = \frac{6}{l_i u_i}\int_0^{l_i} \frac{(x-u_i)(l_i-x)\,dx}{n}, \qquad \mathrm{C}'_i = \frac{6}{l_i v_i}\int_0^{l_i} \frac{(x-u_i)x\,dx}{n},$$

$$\mathrm{K}_i = \frac{6\mathrm{E}_0\mathrm{I}_0}{w_i h_i}\int_0^{h_i} \frac{(w_i-y)(h_i-y)\,dy}{\mathrm{EI}p_i}, \qquad \mathrm{L}_i^2 = \frac{6}{l_i}\int_0^{l_i} \frac{x(l_i-x)\,dx}{n}.$$

» *Foyers.* — La relation linéaire, entre les abscisses de deux foyers consécutifs de gauche, est

$$\mathrm{C}_{i+1} = \frac{\mathrm{K}_i \mathrm{C}'_i}{\mathrm{K}_i + \mathrm{C}'_i};$$

de sorte que la position du foyer de gauche d'une travée dépend essentiellement des dimensions et sujétions de son pilier de gauche; suivant que le moment d'inertie de ce pilier est nul ou infini, on a un appui simple ou un encastrement invariable; s'il est nul pour tous les piliers, on retrouve les équations de la poutre continue ordinaire.

» *Équation des deux moments.* — La relation linéaire entre les moments de flexion en deux foyers consécutifs de gauche est

$$\begin{aligned}
&\frac{\mathfrak{M}_i - \mu_i}{v_i}\mathrm{L}_i^2\mathrm{C}_{i+1} + \frac{\mathfrak{M}_{i+1} - \mu_{i+1}}{u_{i+1}}\mathrm{L}_{i+1}^2\mathrm{C}'_i \\
&\quad = -\mathrm{C}_{i+1}\left\{\frac{6}{l_i}\int_0^{l_i}\frac{\mu x\,dx}{n} + 6\mathrm{E}_0\mathrm{I}_0\left[\frac{y_{i-1} - y_i + \delta r(h_{i-1} - h_i)}{l_i} + \frac{\varepsilon_i}{w_i}\right]\right\} \\
&\quad\quad - \mathrm{C}'_i\left\{\frac{6}{l_{i+1}}\int_0^{l_{i+1}}\frac{\mu(l_{i+1} - x)\,dx}{n} + 6\mathrm{E}_0\mathrm{I}_0\left[\frac{y_{i+1} - y_i + \delta r(h_{i+1} - h_i)}{l_{i+1}} - \frac{\varepsilon_i}{w_i}\right]\right\}.
\end{aligned}$$

» Les propriétés des foyers et de leurs moments de flexion sont les mêmes que pour la poutre continue ordinaire, et les équations relatives au premier foyer de gauche se déduisent des précédentes en faisant $\mathrm{C}'_0 = \infty$

» *Surcharges et dénivellations.* — 1° En ce qui concerne la poutre, les hypothèses de surcharge et de dénivellation des appuis les plus défavorables sont les mêmes que pour la poutre continue ordinaire; 2° en ce qui

concerne les piliers, le couple auquel est soumise l'extrémité supérieure du pilier i atteint son maximum positif quand la travée à droite de ce pilier, et toutes celles qui la précèdent ou la suivent d'un nombre pair de rangs, sont chargées, et lorsque l'appui $i+1$ étant plus bas que celui de i, les appuis ..., $i-4$, $i-2$, $i+1$, $i+3$, $i+5$, ... sont aussi bas que possible et les autres aussi élevés que possible. Le maximum négatif a lieu pour les charges et dénivellations complémentaires.

» *Variation de température.* — Le déplacement ε_i est donné par

$$\varepsilon_i = -\delta r\left(z - \sum_0^i lj\right),$$

z étant la distance au premier pilier de droite d'un point ainsi défini :

» Théorème. — *Si, en chaque pilier, on applique une force verticale dont la valeur, ne dépendant que des dimensions et sujétions de ce pilier, a pour expression*

$$F_i = \frac{1}{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{(h_i - y)^2\,dy}{EIp_i}} \quad \text{ou} \quad F_i = \frac{1}{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{y\,dy}{EIp_i}\left(W_i - \frac{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{y\,dy}{EIp_i}}{\displaystyle\int_0^{h_i} \frac{dy}{EIp_i}}\right)},$$

suivant qu'il est à rotule ou encastré à sa base, la résultante de ces forces coupe la fibre moyenne en un point, appelé point fixe de la poutre, *jouissant de la propriété de rester sur une même verticale quand varie la température à laquelle est soumise la construction.*

» Ce théorème n'est rigoureusement exact que lorsque les piliers, tous encastrés à leur base, sont semblables ou que la construction est symétrique; dans les autres cas, il donne une approximation suffisante en pratique.

» *Remarque.* — Il résulte, de notre Mémoire et des travaux antérieurs sur les poutres droites, l'existence des foyers dans tous les cas possibles de sujétions des appuis. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature du « courant de déplacement » de Maxwell.* Note de M. Vaschy.

« La difficulté que l'on éprouve à comprendre, dans Maxwell, les notions du déplacement électrique et du courant de déplacement a donné

lieu à des interprétations contradictoires au sujet des propriétés du *courant total* (voir Poincaré, *Électricité et Optique*, t. I, §§ 169-173). Les considérations suivantes, qui ne reposent sur aucune hypothèse, me paraissent de nature à éclaircir entièrement ce point si important de la théorie de Maxwell.

» Lorsque, par suite de perturbations quelconques, l'état d'un champ électromagnétique est devenu instable, ce champ tend de lui-même à revenir progressivement vers un état stable, ce qui nécessite des échanges d'énergie entre ses diverses parties jusqu'à ce que la répartition de l'énergie corresponde à ce nouvel état stable. La quantité d'énergie qu'un volume quelconque U reçoit ainsi de l'extérieur, par sa surface S, pendant un temps infiniment petit dt, dépend uniquement de l'état du champ sur cette surface S à l'époque t considérée, et nullement du mode d'utilisation ultérieure de cette énergie dans U, *ni du degré de conductibilité du volume* U.

» Soient $h(X, Y, Z)$ l'intensité du champ électrique, ρ et k la résistance spécifique et l'inverse du pouvoir inducteur électrique du milieu au point (x, y, z). La quantité d'énergie électrique $w_1\, d\varpi\, dt$ qu'un élément de volume $d\varpi$, placé en ce point, reçoit de l'extérieur pendant le temps dt, est utilisée : 1° à réparer la perte d'énergie électrique $\frac{h^2}{\rho}\, d\varpi\, dt$ transformée en chaleur dans ce volume conformément à la loi de Joule; 2° à accroître en outre l'énergie électrique $w\, d\varpi$ contenue dans le même volume $\left(\text{on sait que } w = \frac{h^2}{8\pi k}\right)$ d'une quantité $\frac{\partial w}{\partial t}\, dt\, d\varpi$; de telle sorte que l'on a

$$w_1 = \frac{h^2}{\rho} + \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{h^2}{8\pi k}\right) = \frac{X^2+Y^2+Z^2}{\rho} + \frac{1}{4\pi k}\left(X\frac{\partial X}{\partial t} + Y\frac{\partial Y}{\partial t} + Z\frac{\partial Z}{\partial t}\right)$$

ou bien

$$(1) \qquad w_1 = X i_x + Y i_y + Z i_z,$$

en posant

$$(2) \qquad i_x = \frac{X}{\rho} + \frac{1}{4\pi k}\frac{\partial X}{\partial t}, \qquad i_y = \frac{Y}{\rho} + \frac{1}{4\pi k}\frac{\partial Y}{\partial t}, \qquad i_z = \frac{Z}{\rho} + \frac{1}{4\pi k}\frac{\partial Z}{\partial t}.$$

L'*apport d'énergie* w_1 au point (x, y, z) ne dépend donc que des deux vecteurs $\bar{h}(X, Y, Z)$ et $\bar{i}(i_x, i_y, i_z)$.

» Le rôle de ce vecteur $\bar{i}$ peut être présenté à un autre point de vue.

Considérons, au point x, y, z, un vecteur égal à $\frac{h}{4\pi k}$, ayant même direction que l'intensité h du champ électrique, et que nous appellerons *induction électrique*. Par suite de l'effet calorifique Joule, cette induction $\frac{\overline{h}}{4\pi k}$ serait affaiblie, pendant le temps dt, d'une quantité égale à $\frac{h}{4\pi k}\frac{dt}{\theta} = \frac{h}{\rho}dt$ (voir t. CXVIII, p. 1324); mais, grâce aux réactions des parties voisines du champ, elle s'accroît finalement de $\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\overline{h}}{4\pi k}\right)dt$ (accroissement géométrique). On peut donc dire que ces réactions se traduisent, au point (x, y, z), par un *apport d'induction* $\overline{i}\,dt$, défini par la relation

$$\overline{i} = \frac{\overline{h}}{\rho} + \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\overline{h}}{4\pi k}\right). \tag{3}$$

Cette équation géométrique étant équivalente aux équations (2), définit le même vecteur $\overline{i}$, que l'on peut donc considérer comme l'apport d'induction correspondant à l'apport d'énergie w_1.

» Le vecteur $\overline{i}$ jouit de la propriété

$$\frac{\partial i_x}{\partial x} + \frac{\partial i_y}{\partial y} + \frac{\partial i_z}{\partial z} = 0. \tag{4}$$

Pour le démontrer d'une manière générale, il suffit de considérer le cas particulier où le milieu est isolant; car, d'après une remarque faite plus haut, l'apport d'énergie w_1 et l'apport d'induction correspondant i dépendent uniquement de l'état du champ à l'époque t, et *nullement du degré de conductibilité du milieu*. Or, la conductibilité $\frac{1}{\rho}$ d'un isolant étant nulle, on déduit des équations (2) :

$$\frac{\partial i_x}{\partial x} + \frac{\partial i_y}{\partial y} + \frac{\partial i_z}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial t}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{X}{4\pi k}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Y}{4\pi k}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{Z}{4\pi k}\right)\right] = \frac{\partial \delta}{\partial t},$$

δ désignant la densité électrique au point (x, y, z). Comme la densité δ dans un milieu isolant reste invariable quand même le champ varie (propriété démontrée en Électrostatique), $\frac{\partial \delta}{\partial t}$ est nulle, et la relation (4) est bien satisfaite.

» Il est facile de vérifier, dans le cas d'un courant permanent, que cette relation s'étend bien aux milieux conducteurs; car dans ce cas, X, Y, Z étant indépendants du temps t, et d'autre part la loi bien connue du cou-

rant permanent étant

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{X}{\rho}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Y}{\rho}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{Z}{\rho}\right)=0,$$

on déduit bien encore des formules (2) la relation (4). On voit ainsi que *les lois de la distribution électrique relatives à l'Électrostatique et aux courants permanents ne sont que des cas particuliers de la propriété* (4) *du vecteur* $\bar{i}$.

» La relation (4) permet de définir un nouveau vecteur $h'(X', Y', Z')$ qui satisfasse aux équations

$$(5)\quad \frac{\partial Y'}{\partial z}-\frac{\partial Z'}{\partial y}=4\pi i_x,\qquad \frac{\partial Z'}{\partial x}-\frac{\partial X'}{\partial z}=4\pi i_y,\qquad \frac{\partial X'}{\partial y}-\frac{\partial Y'}{\partial x}=4\pi i_z.$$

L'étude expérimentale des actions magnétiques d'un courant permanent montre que ce vecteur h' est l'intensité du champ magnétique du courant; car dans le régime permanent le vecteur i, d'après les formules (2) ou (3), se confond avec la densité $\frac{h}{\rho}$ du courant.

» *Conclusion.* — On reconnaîtra sans peine que, dans le langage de Maxwell, le vecteur $\frac{\bar{h}}{4\pi k}$ est le *déplacement électrique;* sa dérivée $\frac{\bar{\partial}}{\partial t}\left(\frac{\bar{h}}{4\pi k}\right)$ est la densité du *courant de déplacement,* et le vecteur $\frac{\bar{h}}{\rho}$ est la densité du *courant de conduction.* Le vecteur résultant $\bar{i}$ de ces deux densités est la densité du *courant total.* Suivant les idées de Maxwell, la relation (4) exprime que le courant total est toujours *fermé*, ou que *l'électricité est incompressible.* Enfin, si dans les formules (5) on remplace i_x, i_y, i_z par leurs expressions (2), on voit que le courant de déplacement joue le même rôle que le courant de conduction au point de vue des actions magnétiques (fictives) qu'il exerce. *Toutes ces propriétés, admises par Maxwell à titre d'hypothèses, sont donc mathématiquement exactes;* seuls le langage et les idées sur la nature des phénomènes sont à modifier. »

OPTIQUE. — *Sur la dispersion rotatoire anomale des milieux absorbants cristallisés.* Note de M. G. **Moreau**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Communication précédente (30 juillet 1894), j'ai montré qu'il fallait introduire, dans les équations du mouvement lumineux dans un milieu absorbant, une force résistante dont les composantes X, Y, Z

sont

$$(1) \qquad X = P\frac{d(\xi - U)}{dt} + p\frac{d(\eta - V)}{dt} + q\frac{d(\zeta - W)}{dt};$$

pour Y et Z les coefficients sont p, Q, r; q, r, R; ξ, η, ζ; U, V, W sont les déplacements de l'éther et de la matière.

» J'ai donné la forme des coefficients P et p en fonction des axes d'un ellipsoïde qui caractérise la distribution de l'éther autour d'un point du milieu.

» Je me propose d'appliquer ces résultats à l'étude d'un corps cristallisé dans le système rhomboédrique et qui présenterait le pouvoir rotatoire.

» L'ellipsoïde de distribution de l'éther est ici de révolution autour de l'axe de cristallisation. Si donc on prend cet axe comme axe des z, et deux droites rectangulaires, situées dans un plan perpendiculaire, comme axes des x et des y, on aura

$$P = Q = \varphi(4A_1 + C_1) = \gamma,$$
$$R = \varphi(2A_1 + C_1),$$
$$p = q = r = 0.$$

A_1 et C_1 sont les axes de l'ellipsoïde, et la constante φ a été définie dans la Communication citée.

» Dans une étude sur la dispersion rotatoire infra-rouge du quartz [1], j'ai montré que les équations du mouvement d'une onde normale à l'axe de cristallisation de ce corps étaient

$$\rho\frac{d^2\xi}{dt^2} = A\frac{d^2\xi}{dz^2} + \beta(U - \xi) = C\frac{d^3(V - \eta)}{dz\,dt^2},$$
$$\rho\frac{d^2\eta}{dt^2} = A\frac{d^2\eta}{dz^2} + \beta(V - \eta) + C\frac{d^3(U - \xi)}{dz\,dt^2}.$$

» Par suite, dans un milieu absorbant rhomboédrique, les équations seront

$$(2)\left\{\begin{array}{ll} \text{Éther :} & \rho\dfrac{d^2\xi}{dt^2} = A\dfrac{d^2\xi}{dz^2} + \beta(U -) + \gamma\dfrac{d(U - \xi)}{dt} - C\dfrac{d^3(V - \eta)}{dz\,dt^2}, \\ \text{Matière :} & M\dfrac{d^2U}{dt^2} = aU + \beta(\xi - U) + \gamma\dfrac{d(\xi - U)}{dt} - C\dfrac{d^3(\eta - V)}{dz\,dt^2}. \end{array}\right.$$

En changeant le signe de C, on a les équations pour η et V.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1893.

» On satisfait aux équations (2) en posant

$$\xi = P e^{lz-nit}, \qquad U = P_1 e^{lz-nit},$$
$$\eta = Q e^{lz-nit}, \qquad V = Q_1 e^{lz-nit}, \qquad l = -K + i\frac{n}{v}.$$

» On déduit les deux équations

$$(3) \qquad \begin{cases} PM = -QN, \\ QM = +PN, \end{cases}$$

où

$$M = \theta + \omega - \frac{\omega^2(X+\omega)}{T}, \qquad N = \frac{Cn^2 l}{T}\omega^2 \qquad \begin{cases} \theta = -n^2\rho - Al^2, \\ \omega = (Mn^2 + a), \\ X = \beta - \gamma ni, \\ T = (p + \gamma ni)^2 + C^2 n^4 l^2, \\ p = Mn^2 + a - \beta. \end{cases}$$

» Les équations (3) définissent deux rayons circulaires droit et gauche qui se propageront suivant Oz.

» De l'équation

$$M = \pm Ni,$$

on déduit le coefficient d'absorption K et la vitesse de propagation v de chaque onde.

» On trouve, en posant $\psi = p^2 + n^2\gamma^2$,

$$(4) \qquad \begin{cases} \dfrac{K}{v} = \dfrac{\gamma\omega^2}{2A\psi} - R, \\ \dfrac{1}{v^2} - \dfrac{K^2}{n^2} = \dfrac{\rho}{A} - \dfrac{\omega}{n^2 A}\,\dfrac{-\beta p + n^2\gamma^2}{\psi} - S, \end{cases}$$

où

$$R = \pm \frac{Cn\omega^2}{2A\psi^2}\left[K(p^2 - n^2\gamma^2) - \frac{2pn^2\gamma}{v}\right],$$
$$S = \pm \frac{Cn^3\omega^2}{A\psi^2}\left[2pK\gamma + \frac{p^2 - n^2\gamma^2}{v}\right].$$

» Le signe + correspond à l'une des ondes et le signe — à l'autre.

» Ainsi donc *les deux ondes sont inégalement absorbées*, et l'on voit facilement qu'au voisinage de la radiation définie par l'équation $p = 0$, les deux coefficients d'absorption sont maxima et que leur différence est aussi maximâ.

» Il y a donc *pour cette radiation une bande d'absorption*.

» La rotation du plan de polarisation sera donnée par l'équation (5)

$$(5)\qquad \rho = \frac{Cn^4(Mn^2+a)^2}{2A(p^2+n^2\gamma^2)^2}\left[p^2 - n^2\gamma^2 + \frac{p\gamma^2 v^2}{A}\,\frac{(Mn^2+a)^2}{p^2+n^2\gamma^2}\right].$$

» J'ai supposé, dans l'expression de S, K et v remplacés par leurs valeurs moyennes pour les deux ondes.

» L'expression de la parenthèse est du quatrième degré en p. Égalée à o, elle donne une équation ayant deux racines voisines de $p = 0$. L'une est positive, l'autre est négative.

» On voit donc qu'au voisinage de la radiation définie par l'équation $p = 0$, et pour laquelle il y a une absorption maxima, le pouvoir rotatoire s'annulera deux fois et par suite changera deux fois de signe. On aura donc une *dispersion rotatoire anomale* identique à la dispersion de la fuchsine. (La bande d'absorption séparant un maximum et un minimum du pouvoir rotatoire.)

» Les conclusions précédentes seraient à vérifier expérimentalement. Le quartz, dont le pouvoir rotatoire décroît à mesure qu'on s'avance dans l'infra-rouge, doit, pour une radiation assez élevée, présenter cette dispersion anomale. »

OPTIQUE. — *Sur le biprisme de Fresnel.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on calcule, dans le biprisme de Fresnel, le retard en un point, des deux mouvements vibratoires qui viennent y interférer, on considère ce retard comme provenant uniquement de la différence géométrique des deux chemins comptés à partir des deux points qui sont les images virtuelles du point lumineux placé devant le biprisme.

» On fait ainsi une première erreur qui consiste à laisser de côté les chemins parcourus à l'intérieur du biprisme dont on suppose l'épaisseur négligeable. Or, si l'on tient compte de cette épaisseur, on trouve que la différence de ces deux retards correspondants aux deux épaisseurs de verre traversé est précisément égale au retard calculé dans la théorie élémentaire et conforme, d'ailleurs, à l'expérience. Il doit donc y avoir une autre cause d'erreur qui compense celle que l'on vient d'indiquer.

» Cette cause d'erreur réside dans la substitution des images virtuelles au point lumineux initial. On n'a pas le droit, en général, de remplacer, au point de vue des chemins parcourus, un point par son image réelle et virtuelle; on ne peut le faire que si ces deux points sont synchrones entre eux (miroirs de Fresnel); mais, dans les autres cas, si l'on remplace un point par son image, il faut affecter ce point-image d'un retard qui exprime la différence de phase existant entre ces deux points : c'est là une nécessité sur laquelle j'ai insisté dans une Note précédente (1).

» Si le second point est rigoureusement l'image du premier, c'est-à-dire si c'est un foyer tautochrone, le retard dont on l'affecte est constant, quelle que soit la direction considérée pour la propagation du mouvement lumineux, et, si les deux images sont affectées de la même façon, la différence en un point n'est pas altérée; c'est ce qui se produit lorsqu'on emploie le dispositif ordinaire des demi-lentilles de Billet dont le système est aplanétique. Si l'on modifie le dispositif pour produire les franges semi-circulaires (2), les deux images doivent être affectées de deux retards constants l'un et l'autre, mais inégaux entre eux; la différence se trouve altérée d'une quantité constante, et c'est précisément cette circonstance qui permet de voir ces franges en lumière blanche.

» Mais, si l'on a affaire à un système non aplanétique donnant naissance à une caustique localisée au voisinage d'un point, la phase, dont il faut affecter ce point, varie avec la direction des rayons que l'on considère, si bien, qu'en calculant le retard en un point de deux rayons émanés des deux images, on doit affecter ces deux images de phases différentes et variables avec la direction, c'est-à-dire avec le point où l'on étudie l'interférence; il s'introduit donc ainsi un nouveau retard qui contrebalance celui qui provient de la différence géométrique des deux chemins.

» En résumé, en tenant compte des chemins réellement parcourus, on trouve pour le prisme un retard nul en chaque point, si l'on suppose négligeable l'épaisseur de verre traversée; le retard en un point provient donc, non de la différence géométrique des deux chemins, mais bien de la différence des deux retards imprimés par les épaisseurs de verre tra-

---

(1) Meslin, *Sur la constitution des ondes paragéniques de diffraction* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 853).

(2) Meslin, *Sur les franges et interférences semi-circulaires* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 250, 379 et 570).

versé dans l'appareil qui se comporte, en un mot, comme formé de deux lamelles de verre d'épaisseur différente et dont la différence varie avec le point où l'on étudie l'action.

» Ces considérations sont confirmées par l'expérience suivante : en déplaçant transversalement le biprisme, les franges se meuvent dans le même sens, bien que le point lumineux soit immobile et que les deux images ne soient pas entraînées dans ce mouvement.

» J'étais arrivé à une conclusion semblable dans le cas des images fournies par un point lumineux placé devant un réseau, système qui donne naissance à une caustique par diffraction. Là encore le calcul complet du retard en un point montre qu'il ne provient pas de la différence géométrique des chemins, mais uniquement de la différence de phase apportée par le phénomène de la diffraction à cause de la constitution spéciale des ondes paragéniques (¹); de même, dans le cas actuel, le retard provient des épaisseurs réfringentes traversées, qui sont essentiellement liées au phénomène de la réfraction. »

MAGNÉTISME. — *Influence des basses températures sur la puissance d'attraction des aimants artificiels permanents.* Note de M. **Raoul Pictet**. (Extrait.)

« ... Les expériences ont été faites sur un aimant pesant 493gr,5 et formé de trois éléments en fer à cheval. Après l'aimantation, on lui avait fait porter pendant deux ans son armature chargée : il était arrivé à porter 4275gr. Il avait été ensuite abandonné pendant onze ans sans armature, et ne portait plus que 3226gr,5.

» On a noyé l'aimant dans un puits frigorifique de petite dimension, rempli d'alcool pur; il était placé verticalement, les branches en l'air, et calé avec des pièces de bois.

» L'alcool qui baignait l'aimant arrivait à toucher la surface d'une glace de 3mm d'épaisseur, placée horizontalement sur ses branches; deux thermomètres indiquaient la température de l'alcool, maintenue constante par un agitateur. L'armature de l'aimant, en contact avec la face supérieure de la glace, était fixée au plateau d'une balance sensible. Elle ne pouvait se soulever que de $\frac{1}{5}$ de millimètre : elle était retenue par deux pointes, fermant un courant électrique qui passait dans un galvanomètre.

» Le Tableau ci-dessous donne les moyennes des résultats obtenus par quatre séries d'observations dans lesquelles les écarts ont toujours été inférieurs à $\frac{1}{50}$ de gramme.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III, p. 362.

Température de l'aimant.	Force d'attraction magnétique.	Température de l'aimant.	Force d'attraction magnétique.
+ 30°	57,31 gr	— 40°	66,70 gr
+ 25	57,87	— 45	67,41
+ 20	58,48	— 50	68,15
+ 15	59,10	— 55	68,91
+ 10	59,81	— 60	69,64
+ 5	60,36	— 65	70,30
± 0	61,04	— 70	71,12
— 5	61,80	— 75	71,98
— 10	62,42	— 80	72,70
— 15	63,12	— 85	73,41
— 20	63,93	— 90	74,18
— 25	64,60	— 95	74,95
— 30	65,35	— 100	75,80
— 35	66,09	— 105	76,64

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés monoiodammoniés de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane.* Note de M. A. **Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai décrit cinq combinaisons de la forme $(ICH^3A)^3 \equiv C - \overset{+}{R}$, où A représente le groupe $[(CH^3)^2.Az.C^6H^4]$ qui ne prend pas part aux métamorphoses, et est commun à toutes ces combinaisons; $\overset{+}{R}$ représente un radical électropositif tel que H, OH, $O.CH^3$, $O.C^2H^5$, $O.C^5H^{11}$.

» Je rappelle que ces corps triiodammoniés ont été obtenus en épuisant l'action de l'iodure de méthyle sur les corps $A^3 \equiv C - H$, $A^3 \equiv C - OH$, $A^3 \equiv C - OCH^3$, $A^3 \equiv C - OC^2H^5$, $A^3 \equiv C - OC^5H^{11}$.

» Pendant l'action de l'iodure de méthyle, on constate, à un moment donné, la présence d'un produit intermédiaire, se colorant en vert au contact de l'acide acétique, à chaud. Cependant ce produit intermédiaire n'a pu être isolé que dans un seul cas.

» 1. Ce résultat, d'une grande netteté, a été observé dans l'action de l'iodure de méthyle sur le corps $A^3 \equiv C - OCH^3$. Après avoir mélangé ce

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 192.

dernier avec de l'eau et de l'iodure de méthyle, on suit la réaction pas à pas en humectant une goutte du mélange par de l'acide acétique étendu. Quand le produit ne se colore plus en violet, mais en vert pur, on arrête la réaction.

» Il faut plusieurs jours de digestion à froid pour atteindre ce point. On ajoute de l'eau, on sépare l'excès d'iodure de méthyle par distillation et l'on filtre. La dissolution aqueuse renferme le composé triiodammonié, dont la formation est inévitable, tandis que le dérivé monoiodammonié reste sur filtre, insoluble dans l'eau.

» Après purification, par cristallisation dans l'alcool méthylique, ce corps, très blanc, donne à l'analyse des chiffres qui se traduisent par

$$C^{27}H^{36}Az^{3}IO \qquad \text{ou} \qquad [(CH^3)^2Az.C^6H^4]^2C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4.Az.(CH^3)^3I\\ O.CH^3.\end{matrix}\right.$$

c'est le *monoiod-triméthylammonium tétraméthyldiamido* } *triphényl-méthane-oxyméthane*, ou plus simplement : $A^2 = C\left\langle\begin{matrix}A.CH^3I\\ O.CH^3.\end{matrix}\right.$

» 2. Ce corps est intéressant entre tous par une belle réaction.

» Chauffé légèrement avec l'acide acétique étendu, il se dissout avec une riche coloration verte, et si l'on ajoute quelques gouttes d'une dissolution aqueuse d'iodure de potassium, le liquide se remplit de cristaux mordorés en telle quantité que le tout se prend en masse. L'expérience est frappante; en quelques secondes, on voit la substance incolore se dissoudre, sa dissolution se colorer, puis se transformer en une masse cristalline à reflets métalliques. La matière colorante recristallisée, séchée à froid dans le vide, est représentée par $A^2 = C\left\langle\begin{matrix}A.CH^3I\\ I\end{matrix}\right..H^2O$. Elle renferme donc une molécule d'eau de cristallisation, qu'on ne peut enlever par la chaleur seule sans qu'il ne se perde de l'iodure de méthyle. Il possède l'instabilité du vert à l'iode décrit par MM. A.-W. Hofmann et Ch. Girard (1), lequel est son homologue supérieur, car il est obtenu avec la rosaniline renfermant vingt atomes de carbone, tandis que celui qui est étudié ici dérive de la rosaniline à dix-neuf atomes de carbone.

» La chaleur, même au-dessous de 100°, le décompose suivant l'équation

$$A^2 = C\left\langle\begin{matrix}ACH^3I\\ I\end{matrix}\right..H^2O = CH^3I + H^2O + A^3 \equiv C - I.$$

Ce dernier est un violet presque insoluble dans l'eau. On a pu obtenir le vert à l'état

(1) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 595.

anhydre en le séchant dans un courant de vapeur d'iodure de méthyle chauffée à 100°. Sa composition répond alors à la formule $A^2 = C \begin{matrix} \diagup A.CH^3I \\ \diagdown I \end{matrix}$.

» 3. L'existence de dérivés monoiodammoniés pour les quatre autres triamines complexes étudiées dans ce travail peut être constatée, en traitant les composés triiodammoniés correspondants par une dissolution de soude caustique à l'ébullition.

» Pour les deux termes les plus élevés de la série, le dérivé éthylique et le dérivé amylique, la dissolution aqueuse suffit pour enlever l'iodure de méthyle; mais les termes inférieurs de la série résistent à la lessive caustique, et il faut prendre une solution alcoolique de soude, bien plus efficace.

» On constate alors, au bout de quelques heures d'ébullition, la présence d'un corps que l'acide acétique transforme en vert.

» Dans le cas particulier du composé $(ICH^3A)^3 \equiv C - H$, il faut combiner l'action de l'acide acétique à celle du bioxyde de plomb. Le vert a été isolé et analysé, c'est bien le corps $A^2 = C \begin{matrix} \diagup ACH^3I \\ \diagdown I \end{matrix}$ qui se forme. La première action de l'alcali caustique est d'enlever à la molécule deux fois CH^3I.

» *En résumé*, cette étude montre que l'iodure de méthyle forme, avec les triamines complexes $A^3 \equiv C - \overset{+}{R}$, deux séries de combinaisons incolores.

» 1° La première renferme un seul atome d'azote totalement saturé. Les composés de cette classe échangent le radical $\overset{+}{R}$ avec un radical d'acide et se transforment en matières colorantes. 2° La deuxième série, formée par l'addition de 3 molécules d'iodure de méthyle, renferme trois atomes d'azote totalement saturés. Le groupe $\overset{+}{R}$, dans ce cas, ne s'échange plus contre un radical d'acide et ne se colore plus. Les conclusions qui se déduisent de tous ces faits feront le sujet d'une troisième Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la laccase et sur le pouvoir oxydant de cette diastase*. Note de M. G. **Bertrand**, présentée par M. Friedel.

« En étudiant le latex de l'arbre à laque du Tonkin, j'ai montré [1] que sa curieuse transformation en vernis noir dépend, non seulement du

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1215.

contact de l'oxygène avec le *laccol* qu'il renferme, mais aussi de l'action d'une substance diastasique particulière à ce latex, et que j'ai désignée sous le nom de *laccase*.

» J'ai montré, en même temps, que le laccol se rapproche, par l'ensemble de ses réactions, de certains phénols polyatomiques. Tel qu'on l'extrait du latex, il possède d'énergiques propriétés rubéfiantes et son maniement est très dangereux. C'est même pourquoi je n'ai pu déterminer, à cette époque, le rôle exact de la nouvelle diastase, ni, par conséquent, le genre de transformation subie par le laccol sous l'influence de l'oxygène et de la laccase. Néanmoins, comme toutes les diastases antérieurement étudiées ne produisaient que des hydratations et des dédoublements, je leur avais tacitement assimilé celle de l'arbre à laque, et j'avais émis l'hypothèse que la transformation du laccol comprenait deux phases : l'oxygène agissant durant la première et la laccase pendant la seconde.

» Depuis, j'ai observé que le laccol, naturellement oxydable, absorbe l'oxygène beaucoup plus vite et en plus grande quantité en présence de son ferment. Ce fait ne peut être expliqué sans admettre que *la laccase est l'agent provocateur de l'oxydation.*

» Pour vérifier l'exactitude de cette importante proposition et bien faire ressortir le rôle inattendu de la laccase, j'ai fait réagir cette substance sur une série de corps voisins du laccol, mais mieux connus et d'un emploi inoffensif. Les résultats obtenus, typiquement les mêmes avec tous les phénols polyatomiques que j'ai examinés, ont été particulièrement nets avec l'hydroquinone et le pyrogallol.

» Voici le mode opératoire auquel je me suis arrêté : dans un ballon à robinet, tenant le vide, on fait passer, par aspiration, un volume connu de la solution du corps en expérience, et l'on stérilise le tout par la chaleur. Après refroidissement, on aspire un peu de solution de laccase, préparée aussi aseptiquement que possible, puis on plonge le ballon dans un bain d'eau. Quand l'équilibre de température est atteint, on laisse rentrer l'air. Celui-ci occupe alors tout l'espace libre du ballon, à la température de l'eau et à la pression correspondant à celle du moment. On ferme le robinet, on relie le col du ballon à la pompe à mercure et l'on fait le vide dans la canalisation. On ouvre alors le robinet et l'on extrait les gaz contenus dans le ballon, pour en déterminer le volume. Comme il n'a pas fallu beaucoup de temps pour faire cette extraction de gaz, il suffit de laisser une deuxième fois le ballon en communication avec l'atmosphère pour qu'il y rentre exactement le même volume d'air qu'on en avait extrait, à la même température et à la même pression. On ferme bien le ballon avant de le sortir du bain; il n'y a plus qu'à le mettre en agitation continue, à l'aide d'un moteur hydraulique. A la fin de l'expérience, on opère l'extraction des gaz et leur analyse.

» Quand on emploie l'hydroquinone, en présence de laccase, on voit

la solution se colorer en rose dès le début de l'agitation. Elle se fonce ensuite de plus en plus et, après une demi-heure à une heure, il y apparaît des lamelles cristallines, d'un vert métallique, dont la quantité s'accroît rapidement. Après quelques heures, on constate que l'oxygène renfermé dans le ballon a presque complètement disparu ([1]). Le liquide exhale une odeur forte et caractéristique, et l'on peut, après l'avoir séparé du précipité cristallin, en extraire de la quinone par agitation avec de l'éther. Quant au précipité, c'est de la quinhydrone.

» En l'absence de laccase, ou avec de la laccase maintenue pendant cinq minutes à l'ébullition, la solution d'hydroquinone peut être agitée plusieurs jours à l'air sans absorber l'oxygène, ni subir d'altération.

» Il est donc hors de doute que l'hydroquinone a été oxydée par l'oxygène gazeux *sous l'influence de la laccase*. Ses hydrogènes phénoliques ont passé à l'état d'eau, et il s'est fait de la quinone, conformément à l'équation bien connue

$$2C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + O^2 = 2H^2O + 2C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right. .$$

» C'est la quinone ainsi formée qui donne son odeur à la solution et produit, en se combinant à l'excès d'hydroquinone non oxydée, les cristaux peu solubles de quinhydrone.

» Si, au lieu d'hydroquinone, c'est du pyrogallol qu'on traite par la laccase en présence de l'air, le corps insoluble qui se précipite est une poudre sublimable en belles aiguilles rouge-orangé, solubles dans l'alcool et l'acide acétique, donnant une liqueur bleue avec l'ammoniaque et identique avec la purpurogalline que M. Aimé Girard a obtenue le premier, en oxydant le pyrogallol par le nitrate d'argent ou le permanganate de potassium ([2]).

([1]) 1gr d'hydroquinone en solution à 1 pour 100, ayant été agité en présence de laccase et de $174^{cc},9$ d'air, pendant trois heures, a absorbé $25^{cc},4$ d'oxygène; dans une seconde expérience, l'absorption d'oxygène a été, en quatre heures, de $32^{cc},0$, le volume d'air étant de $220^{cc},1$.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 865.

La production lente de purpurogalline aux dépens d'un mélange de pyrogallol et de gomme arabique a été signalée par Struve en 1872 (*Annalen der Chem. und Pharm.*, t. CLXIII, p. 160). MM. de Clermont et Chautard l'ont utilisée en 1882, et ils ont cru reconnaître, à cette occasion, que la gomme intervenait d'une autre manière qu'un ferment (*Comptes rendus*, t. XCXIV, p. 1254); mais j'ai reconnu, pour ma part, que la laccase existait dans les gommes arabique et du Sénégal. Je ne l'ai pas trouvée dans la gomme de cerisier.

On constate, en outre, que l'oxygène disparu a été remplacé, en grande partie, par du gaz carbonique.

» En opérant sur 1gr de pyrogallol dissous dans 60cc d'eau, j'ai obtenu :

	Oxygène absorbé.	CO^2 dégagé.
Première expérience : après cinq heures d'agitation....	23cc,3	13cc,7
Deuxième expérience : après six heures d'agitation....	29cc,8	16cc,4

» Ce premier exemple de réaction diastasique avec échange gazeux est très remarquable. Il ressemble, en quelque sorte, à une respiration artificielle et, peut-être, représente-t-il un phénomène très voisin de ceux qui se passent dans la respiration des végétaux. Je ne crois même pas cette dernière hypothèse trop risquée. Comme j'ai l'intention de le montrer plus tard, en effet, la laccase se rencontre dans un grand nombre de plantes. De plus, elle peut oxyder, comme elle oxyde le pyrogallol, des corps qu'on trouve fréquemment chez ces mêmes plantes. Je citerai aujourd'hui l'acide gallique et le tannin.

» En employant la méthode décrite plus haut, 1gr d'acide gallique, en solution au centième, a, en quatre heures, absorbé 12cc d'oxygène et dégagé 8cc d'anhydride carbonique $\left(\frac{CO^2}{O} = \frac{2}{3}\right)$. Avec le tannin, dans une série d'expériences, les volumes de gaz ont été les suivants :

Oxygène absorbé.	CO^2 dégagé.
3,2	1,0
4,7	0,7
3,8	2,8
6,9	2,7 (1)

» Je ferai remarquer que l'intervention des microrganismes ne peut être objectée contre les expériences sur la laccase. D'après le mode opératoire même, les microrganismes étaient en nombre trop réduit ou même nul; d'autre part, les milieux où ils auraient pu exister étaient antiseptiques. A ces raisons s'ajoutent encore la courte durée des expériences et l'importance relative des transformations obtenues.

» L'existence d'une diastase oxydante est donc parfaitement établie (2). »

---

(1) Les inégalités dans le rapport $\frac{CO^2}{O}$ dépendent de plusieurs conditions expérimentales, entre autres de la température et de la proportion de laccase.

(2) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions de la chélidonine avec les phénols en solution sulfurique.* Note de M. **Battandier**, présentée par M. Chatin.

« Au fond d'une capsule de porcelaine, on met une goutte de gaïacol et environ $0^{cmc},5$ d'acide sulfurique de densité 1,84; on mélange. Sur les bords de la capsule, on dépose ensuite quelques parcelles de chélidonine et l'on fait arriver sur elles le mélange acide, de façon à les mouiller sans les entraîner. La capsule étant posée sur une table, on voit, au bout de quelques instants, des traînées carmin, d'une intensité et d'une pureté extraordinaires, descendre des parcelles de chélidonine vers le fond de la capsule. Cette réaction persiste longtemps sans modification. Lorsqu'elle réussit bien, c'est une des plus belles que l'on puisse produire, mais elle est un peu capricieuse. Je n'ai pas eu occasion d'essayer le gaïacol pur obtenu par synthèse; mais, avec le carbonate de gaïacol, la coloration est beaucoup moins intense.

» Ce mode d'obtention des réactions colorées, qui laisse un large accès à l'oxygène de l'air, est peut-être susceptible de généralisation. Il m'avait déjà donné de bons résultats avec la glaucine.

» Dans les mêmes conditions que le gaïacol, le thymol donne une coloration rose se conservant plus de vingt-quatre heures, devenant seulement un peu purpurine à mesure que l'acide s'hydrate. Cette réaction réussit toujours facilement, à condition de mettre la chélidonine avant que l'acide sulfurique ait produit avec le thymol une coloration bleue.

» Avec le phénol ordinaire, on n'a qu'une légère teinte rosée.

» L'essence de girofles donne une coloration purpurine bien visible malgré la forte coloration brun jaunâtre que l'acide sulfurique produit avec cette essence.

» Le naphtol α donne des traînées d'un vert sombre;

» Le naphtol β en donne de brunâtres passant au violet;

» La pyrocatéchine, de roses passant au violet;

» L'hydroquinone, de jaunâtres.

» La résorcine en donne de jaunâtres aussi, bientôt cachées par la couleur bleue que donne l'acide avec ce phénol.

» La phloroglucine produit des traînées jaunâtres passant à la couleur chamois.

» Le pyrogallol en produit de rouges passant au jaune et disparaissant lentement.

» L'acide gallotannique donne des traînées jaunes, passant peu à peu au vert d'herbe intense.

» Les éthers des phénols agissent, en général, comme les phénols eux-mêmes.

» On sait que la chélidonine, en solution sulfurique, verdit par l'addi-

tion d'une trace d'acide azotique; tous les oxydants peuvent produire cet effet. La réaction est particulièrement brillante avec une trace de chlorate de potasse en solution ou avec un arséniate. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du corps chez la Crevette* (Palemon serratus, *Fabr.*) *et l'Écrevisse* (Astacus fluviatilis, *Gesn.*). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Je poursuis, depuis plusieurs années, des études sur le développement de ces deux Crustacés. Les faits que j'ai observés sont connus pour la plupart; mais plusieurs des principaux d'entre eux n'ont pas été décrits avec grande précision, et les interprétations qui en ont été données me semblent être fautives.

» L'ovule de ces animaux est surtout composé de vitellus nutritif; le vitellus évolutif, au moment de la fécondation, se ramasse en une petite cicatricule, qui, seule, produit tous les éléments de l'économie embryonnaire. Contrairement à ce qu'il en est chez le *Porcellio*, à l'embryogénie duquel j'ai consacré un Mémoire récent ([1]), la cicatricule ne débute point par entourer l'œuf entier, pour engendrer ensuite les appendices; elle évolue sur place et grandit lentement, tout en fournissant à mesure les organes et les paires de membres. L'ovule du *Porcellio* est globuleux; le jeune embryon est sphérique lui-même, dès l'abord; il s'allonge par la suite, en grandissant de préférence dans le sens du futur axe longitudinal, et parvient ainsi à son état définitif. Il n'en est point de même chez la Crevette, ni chez l'Écrevisse. Dès le commencement de l'évolution embryonnaire de ces derniers, la cicatricule se fend, suivant un plan presque tangentiel à la surface ovulaire, en deux parts superposées. Cette fente débute à la manière d'une dépression superficielle, qui s'étire transversalement, et s'enfonce peu à peu dans la cicatricule, en la scindant de telle sorte que celle-ci, au lieu de demeurer pleine et compacte, paraît divisée en deux moitiés dont l'une est reployée sous l'autre. Cette disposition demeure, à mesure que la cicatricule grandit en produisant les appendices et les organes; ces moitiés s'accroissent et conservent leurs relations, l'une

([1]) *Études sur le développement des Crustacés.* — Ire Partie; 1er Mémoire : *Étude sur le développement du Cloporte* (Porcellio scaber, *Lak.*) (*Annales des Sciences naturelles, Zoologie;* 1894).

d'elles étant repliée sous la seconde. Finalement, le développement terminé et le corps achevé, celui-ci se trouve courbé en deux; la part repliée répond à l'abdomen et l'autre au céphalothorax. Au moment de l'éclosion, la courbure s'efface par le redressement de l'ensemble; et l'abdomen, prenant sa place ultime, s'étend suivant l'axe longitudinal du corps.

» Le fait important, dans cette série de phénomènes, est le mode singulier de production de la courbure. Celle-ci ne s'établit pas avec suite, par le reploiement sur lui-même du jeune organisme embryonnaire; elle apparaît d'emblée, au moyen d'une fente de clivage, qui pénètre dans la cicatricule, la divise en deux plans et grandit avec ces derniers. Cette fente n'entre point dans la constitution du corps; elle fait partie de l'espace environnant et se trouve destinée à disparaître. Les auteurs ont déjà signalé sa présence; mais, à mon sens, ils se sont étrangement mépris sur sa valeur réelle. Ils ont considéré son ébauche *comme répondant à une invagination gastrulaire*, et cela, autant à cause de son apparition très précoce que de son origine et de son mode de croissance. En suivant avec soin la série des phases embryonnaires, on s'aperçoit que cette invagination ne contribue nullement à façonner les cavités digestives; elle reste indépendante de ces dernières, garde son autonomie tout en s'accroissant, et devient, en définitive, la fente qui, dans l'embryon recourbé sur lui-même, sépare le céphalothorax de l'abdomen.

» Une telle division n'est point spéciale à certains des Crustacés supérieurs; elle existe, quoique moins prononcée, chez d'autres représentants plus simples de la classe, l'*Asellus aquaticus* Fabr., par exemple. L'embryogénie de ce dernier procède, au sujet de l'extension de la cicatricule, comme celle du *Porcellio*, du moins dans ses traits généraux. Seulement, le jeune embryon, d'abord globuleux, donne à son corps la forme allongée définitive, en se fendant dans sa région dorsale, laissant indivise la région ventrale et écartant l'une de l'autre les moitiés à la façon de deux valves. Ce phénomène est des plus importants, car il représente, sous un état relativement peu complexe, et dans une phase avancée de l'évolution, la scission précoce de la cicatricule de la Crevette.

» Sous le rapport de l'embryologie comparée, cette scission répond à un déplacement dans l'espace. Le corps de l'embryon, enserré dans sa coque ovulaire, parvient d'emblée, par son moyen et sans autre modification, à acquérir une forme recourbée, qui lui permet de tenir dans la cavité limitée par la coque. Sans doute, la cause, en pareil cas, doit être cherchée dans l'abondance du vitellus nutritif : ce dernier rend l'ovule

très volumineux et empêche tout reploiement. Ce déplacement entraîne des conséquences fort remarquables au sujet de la position des ébauches de plusieurs organes. Ainsi, l'extrémité de l'abdomen prend naissance audessous et en avant de la tête; l'anus se perce immédiatement en arrière de la bouche, etc. Ces phénomènes découlent du précédent. Tous les appareils sont ensuite remis en leur lieu, par le redressement du corps, l'effacement de la courbure et la disparition de la fente. Parmi les altérations introduites dans les évolutions embryonnaires par la présence dans l'œuf d'une grande quantité de vitellus nutritif, la production sur place d'un reploiement de l'être entier, au moyen de la seule formation de l'espace libre qui sépare les deux parties repliées, est une des plus curieuses. »

ZOOLOGIE. — *Sur la production des femelles et des mâles chez les Méliponites.* Note de M. J. **Perez**, présenté par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le peu d'observations que l'on possède sur la vie intérieure des colonies de Méliponites tendaient à faire admettre que, chez ces Abeilles exotiques, la production d'individus sexués, mâles et femelles ou reines, ne diffère en rien d'essentiel de ce que l'on sait de notre Abeille domestique. Parmi les nombreuses espèces de Mélipones et Trigones, il en est, en effet, chez qui les choses se passent absolument de même, et l'on voit les jeunes reines et les mâles coexister en même temps dans la ruche. C'est le cas, par exemple, de la Mélipone scutellaire (*M. scutellaris*), qui m'a montré simultanément de nombreux individus des deux sexes, à la fin de l'automne, quelques jours avant que le froid vînt anéantir toute la colonie.

» Par contre, une ruche de *Trigona clavipes* Fabr. (*quadrangula* Lep.), pendant les longues semaines qu'il me fut donné de l'observer, renfermait un assez grand nombre de mâles et pas une seule jeune femelle.

» Une petite Trigone de l'Uruguay, que j'ai réussi à conserver depuis les premiers jours de novembre 1891 jusqu'à la mi-octobre 1894, qui par conséquent a, jusqu'à trois fois, traversé sous mes yeux la belle saison, m'a montré des faits absolument inattendus.

» Pendant la première année, il ne naquit dans la colonie que des ouvrières exclusivement. Tous les jours à l'affût, pour ainsi dire, des moindres différences qui pourraient se manifester dans la forme et les dimensions des cellules nouvellement con-

struites, et faire supposer la production d'une cellule de reine ou de mâle, je ne saisis jamais rien de particulier dans les travaux, et je ne vis jamais naître que des ouvrières.

» L'année suivante, vers le 10 août 1893, je remarquai, au centre d'un rayon en construction, une cellule plus large et plus haute que les cellules ordinaires, dont elle dépassait le niveau d'un millimètre et demi environ. Le 28 août, elle était ouverte, et je ne tardai pas à découvrir la jeune reine qui en était sortie, tranchant par sa couleur claire, plus encore que par sa taille, sur le fond noir de la population. Elle vécut dans la ruche jusqu'à la fin de septembre, où elle disparut, sortie par un beau soleil, pour accomplir, selon l'expression consacrée en apiculture, sa promenade nuptiale, ce que l'absence de mâles rendait d'ailleurs inutile. Elle ne rentra point. Ce fut tout pour l'année : aucune femelle ne naquit, ni aucun mâle.

» En 1894, une cellule de femelle fut construite le 15 juin, et plusieurs dans le courant de juillet ; mais aucune ne vint à bien. Une maladie parasitaire semblait avoir envahi la colonie ; beaucoup de larves mouraient dans les cellules ; les dernières bientôt succombèrent en nombre tous les jours ; la reine elle-même fut atteinte et périt dans les premiers jours d'octobre, et les dernières ouvrières quelques jours plus tard. Aucun mâle encore ne s'était montré.

» Il était important de voir si les ouvrières, encore assez nombreuses au moment de la mort de la reine, ne travailleraient pas à s'en faire une nouvelle, comme cela se passe normalement chez nos Abeilles domestiques, accidentellement privées de leur pondeuse. Il n'en fut rien, et, *a priori*, cela était à prévoir. Chez notre Abeille, les larves sont nourries au jour le jour, en sorte que, lorsque la reine vient à disparaître, les ouvrières n'ont qu'à servir à quelque larve, au lieu de la pâtée qui fait les ouvrières, la *gelée royale*, et la larve choisie, qui fût devenue une ouvrière, deviendra une reine. Chez les Mélipones, la cellule construite est approvisionnée aussitôt et reçoit toute la nourriture nécessaire au développement de la larve ; la reine y dépose un œuf et la cellule est immédiatement operculée. La larve qui y naîtra se développera donc soustraite à toute intervention des ouvrières. La destinée de l'Abeille qui en naîtra est, par conséquent, irrévocablement fixée dès l'origine. Aucun changement, en effet, ne fut apporté aux cellules déjà construites. Les Trigones sont incapables de remplacer, comme nos Abeilles, leur pondeuse disparue.

» Il y avait encore intérêt à voir si, ainsi que cela paraît être en certains cas, mais non toujours, chez nos Abeilles devenues orphelines, la faculté de pondre des œufs ne se manifesterait pas chez quelques ouvrières. Les travaux furent continués plusieurs jours encore ; quelques grandes cellules de reines furent construites sur le bord du dernier rayon et elles reçurent leur provision de pâtée. Les ouvrières déployaient dans ce travail une très grande activité et attendaient souvent plusieurs heures durant que la pondeuse y vînt remplir son office ; elles finissaient par se lasser. Tantôt la pâtée était livrée au pillage et dévorée en quelques instants. Plus d'une fois les cellules furent operculées et je pus croire qu'un œuf y avait été déposé par une ouvrière que je n'avais pu saisir en flagrant délit. Mais bientôt la cellule était rouverte, le contenu dévoré. Approvisionnée et operculée de nouveau, elle subissait encore le même sort. Puis tout travail cessa, et les ouvrières succombèrent l'une après l'autre.

» En résumé, dans l'espace de trois années, une ruche de Trigones a

donné une reine la seconde année, et virtuellement plusieurs reines la troisième année, jamais un seul mâle. La mort prématurée de la reine, en arrêtant l'observation, laisse indécise la question de savoir si elle eût toute sa vie continué à n'engendrer que des femelles, ou si, plus avancée en âge, elle n'aurait pas donné naissance à des mâles, ainsi que cela se voyait dans la colonie de *Trigona clavipes*, citée plus haut; en tout cas, la production non simultanée d'individus des deux sexes dans une même colonie montre, chez certaines espèces de Méliponites, l'indispensable intervention de la fécondation croisée, dont les avantages sont bien connus des naturalistes. »

SYLVICULTURE. — *Influence de l'état climatérique sur la croissance des arbres.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Si l'on connaît depuis longtemps, pour en ressentir trop souvent les effets, l'influence des conditions météorologiques sur le rendement des plantes cultivées, on ne possédait aucune donnée relativement à l'action qu'elles peuvent exercer sur la production ligneuse des massifs forestiers. On ignorait même si cette production est influencée par des sécheresses ou des pluies continues, *a fortiori*, dans quelle mesure, de quelle manière et pour quels motifs elle l'est.

» Les mois de juillet et une partie du mois d'août 1888 ayant été caractérisés, dans les Hautes-Vosges, par une température relativement basse et une grande nébulosité de l'atmosphère, conséquences de pluies continues, je recherchai si un état climatérique aussi anormal avait exercé quelque influence sur la croissance des sapins et des épicéas de la région. Je constatai que sur beaucoup de ces arbres les flèches, de même que les poussées terminant les branches, étaient restées plus courtes que celles des années précédentes. En outre, la couche d'accroissement de l'année s'était moins développée [1]. C'était un premier jalon dans cette étude.

» La période végétative de 1893 ayant été remarquable par une sécheresse exceptionnelle, je voulus m'assurer si la production ligneuse en avait souffert [2].

---

(1) *Revue des eaux et forêts,* 10 mai 1890.

(2) M. Henry vient de publier les résultats de diverses recherches qu'il a poursuivies à cet effet dans quelques forêts de plaine de la Lorraine (*Comptes rendus,*

» Les sujets que j'ai examinés dans ce but provenaient des forêts de Gérardmer et de Remiremont. Je les ai pris à diverses expositions et dans des massifs d'âges variés. Les arbres ayant été abattus, des rondelles furent débitées en différentes régions du tronc. Sur chacune d'elles, la largeur de la couche d'accroissement, formée en 1893, a été mesurée en divers points pour en obtenir une valeur aussi exacte que possible et comparée à la largeur moyenne des couches antérieures. D'autre part, je relevai les longueurs des flèches et des principales pousses développées dans cette année et je calculai leur rapport à la moyenne des mêmes mesures recueillies sur les flèches et pousses des autres années. Un travail semblable fut fait, en ce qui concerne l'année 1888, pour pouvoir comparer, sur les mêmes individus, les conséquences de deux années aussi dissemblables.

» De cette étude, résultent les faits suivants :

» 1° La sécheresse de l'année 1893 a exercé sur la croissance du sapin des Vosges un ralentissement bien marqué, mais variable suivant les arbres et les situations. C'est, comme on pouvait s'y attendre, sur les versants rapides et exposés au sud, que cette influence s'est fait sentir au plus haut degré. Dans les tourbières qui s'étaient maintenues suffisamment humides, la croissance a, au contraire, été activée.

» 2° La réduction a porté sur l'accroissement diamétral du tronc, mais plus encore sur l'allongement des pousses. Dans les individus étudiés, la couche ligneuse de 1893 n'a atteint qu'une épaisseur oscillant entre les deux tiers et les trois quarts de l'épaisseur moyenne des couches formées pendant les dix années antérieures. La longueur des flèches et des pousses a varié des deux tiers au quart de ce qu'elle avait été dans la même période.

» 3° La diminution d'accroissement n'a pas été la même aux divers niveaux du tronc. Bien que cette variation ne paraisse suivre aucune loi, la partie supérieure a généralement été moins affectée que la base et surtout que la partie médiane.

» 4° En 1888, il y avait eu aussi, comme je l'ai dit plus haut, un ralentissement dans la croissance des sapins, mais de moindre proportion qu'en 1893. De plus, contrairement à ce qui s'est passé dans cette dernière année, ce ralentissement a porté principalement, et parfois même uniquement, sur l'accroissement diamétral qui a atteint une valeur égale

---

10 décembre 1894). Les miennes ont été faites dans les sapinières des Hautes-Vosges. S'appliquant à des régions ainsi qu'à des essences bien différentes et exécutées suivant d'autres plans, ces deux séries d'études sont destinées à se compléter.

à peu près aux quatre cinquièmes de celle des années précédentes et suivantes.

» 5° En 1893, comme en 1888, certaines essences feuillues : frênes, érables, ont émis aussi des pousses plus courtes. Il est probable qu'il en a été de même dans la plupart des essences.

» 6° Ce ne sont pas seulement les états climatériques extrêmes, tels que ceux qui ont caractérisé les années 1888 et 1893, qui produisent une perturbation dans la croissance des arbres. J'ai été amené, au cours de mes recherches, à constater que des conditions météorologiques analogues, mais moins accusées et surtout ayant une moindre durée, comme il s'en est présenté en 1887 et en 1892 d'une part, en 1894 d'autre part, exercent sur leur végétation une influence marquée. Sur six épicéas examinés, provenant de deux stations différentes, la couche d'accroissement n'a été en 1887, par suite d'une sécheresse survenue au mois d'août, que les trois quarts de ce qu'elle avait été dans une année normale.

» Si les accidents climatériques agissent de diverses manières sur la végétation des arbres, c'est, on le comprend, parce qu'ils influencent différemment leurs fonctions. Ainsi la sécheresse a pour résultat de les priver d'eau et des matières azotées du sol ; les pluies prolongées ralentissent la formation de l'amidon par les feuilles à cause de l'abaissement de température et de l'affaiblissement de la radiation solaire qui en sont les conséquences, du moins dans les régions montagneuses.

» Il convient, dans l'interprétation des résultats, de faire la part de l'époque à laquelle surgissent ces accidents au cours d'une période végétative. Les effets de la sécheresse varieront suivant qu'elle se fera sentir au commencement ou à la fin de cette période. Dans le premier cas, l'accroissement de l'arbre en hauteur sera principalement ralenti, c'est ce qui a eu lieu en 1888, 1892 et surtout en 1893 ; dans le second cas, ce sera plutôt son accroissement en diamètre, puisque l'évolution des pousses est terminée : c'est ce qui est arrivé en 1887. Réciproquement des conditions météorologiques presque opposées, mais survenant à différents stades de la saison végétative, peuvent produire des effets analogues. Ainsi le régime pluvieux qui a signalé l'été de 1888 a ralenti l'accroissement en grosseur presque autant que la grande chaleur de 1893, survenant au printemps et au commencement de l'été.

» On voit que la production ligneuse est soumise, comme les autres productions du sol, mais à un moindre degré et surtout d'une manière moins apparente, à des oscillations dues aux conditions météorologiques

et que, pour elle aussi, il y a des années mauvaises et des années médiocres comme de bonnes années. On devra donc à l'avenir tenir compte, ce qui n'était pas fait jusqu'ici, de l'influence qu'exerce l'état climatérique sur la croissance des arbres, quand on aura à apprécier le rendement d'un massif ou à interpréter les résultats fournis par les diverses expériences et opérations forestières. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la réfringence des auréoles polychroïques.* Note de M. **A.-Michel Lévy**, présentée par M. Fouqué.

« Je me suis, à diverses reprises, occupé des propriétés optiques des auréoles polychroïques, ainsi que de la détermination des minéraux dans lesquels et autour desquels elles se développent. Les premiers sont, le plus souvent, la cordiérite, les micas, la tourmaline, la hornblende, l'andalousite; parmi les seconds, le zircon est, de beaucoup, le plus répandu; puis viennent la dumortiérite, l'allanite, et parfois le sphène ou l'apatite.

» J'ai montré que le pigment qui donne à ces auréoles un polychroïsme intense modifie, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, la biréfringence du minéral influencé.

» Grâce à l'application du procédé Becke sur les lisérés de réflexion totale qui se produisent au contact de deux corps de réfringence différente, vus en plaque mince, il m'a été tout récemment loisible de rechercher le sens de la variation des indices de la réfraction.

» Dans le gneiss à cordiérite et sillimanite de Billiers (Bretagne), de magnifiques auréoles polychroïques se développent au milieu de la cordiérite autour de petits cristaux nettement reconnaissables de zircon.

» La cordiérite, non influencée, reste incolore en plaque mince. La cordiérite des auréoles est d'un jaune d'or. Ses indices de réfraction sont tous fortement augmentés. Ses lisérés sont au moins aussi intenses que ceux qui se développent entre le quartz et l'orthose de la même plaque.

» Les auréoles du mica noir de la roche à apatite et à zircon de Lativelet, près Marmagne (Saône-et-Loire), ont également une réfringence très nettement amplifiée.

» Il en est de même des auréoles d'un grand nombre de muscovites des granulites.

» Par contre, l'augmentation de réfringence s'atténue dans les auréoles

des tourmalines brunes, et je ne l'ai pas trouvée appréciable autour de celles qui se développent dans la cordiérite de Tvedestrand, au contact des prismes de dumortiérite.

» *En résumé*, lorsque les auréoles sont bien développées, à contours francs, à teintes foncées, la réfringence de la partie pigmentée est nettement supérieure à celle du corps non modifié, et la différence entre les indices de réfraction similaires peut dépasser, notamment dans la cordiérite, une décimale du deuxième ordre.

» Cette constatation précise, jointe à celle de la variation des biréfringences, montre avec évidence que la constitution intime du minéral est profondément modifiée et que son ellipsoïde d'élasticité optique n'est plus la même. »

PALÉONTOLOGIE. — *De l'existence de nombreux débris de Spongiaires dans les* phtanites *du Précambrien de Bretagne*. Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Fouqué.

« En étudiant la faune des *Radiolaires* des *phtanites* précambriens de Bretagne, je fus vivement frappé de sa grande différenciation, et j'en arrivai à formuler cette proposition qu'il s'agissait de vérifier : *Les Radiolaires ne sont parvenus à un pareil degré de différenciation qu'après un temps très long pendant lequel d'autres organismes ont pu faire leur apparition*. Ce fut le point de départ de nouvelles recherches qui aboutirent bientôt à la découverte de quelques *Foraminifères* (1) et qui viennent de me révéler l'existence de nombreux débris de *Spongiaires* (2).

» J'ai reconnu des représentants de plusieurs ordres d'éponges siliceuses :

» 1°. Monactinellidæ. — Les spicules monoaxes sont de beaucoup les plus répandus. Ils représentent de 90 à 95 pour 100 de la totalité des spicules. Ce sont des bâtonnets cylindriques, parfois droits et le plus souvent courbes ou des aiguilles fusiformes et arquées; quelques-unes de ces dernières sont flexueuses. Les nombre des

---

(1) L. Cayeux, *Sur la présence de restes de Foraminifères dans les terrains précambriens de Bretagne* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1433-1435 et *Ann. Soc. Géol. du N.*, vol. XXII, p. 116-119).

(2) Les échantillons qui m'ont servi à préparer ce travail sont originaires de Ville-au-Roi, près de Lamballe (Côtes-du-Nord). Ils m'ont été procurés par M. Ch. Barrois.

formes monoaxes que j'ai observées est de plusieurs centaines. Je ne crois pas qu'elles fassent toutes partie de l'ordre des *Monactinellidæ*. On sait, en effet, que les spicules simples se rencontrent non seulement dans cet ordre, mais qu'ils sont fréquents chez les *Tetractinellidæ* et que les *Lithistidæ* en sont également pourvus (spicules superficiels et spicules de la chair). L'état de conservation des spicules est tel qu'il est impossible de faire le départ des bâtonnets qui se rapportent au premier groupe et de ceux qu'il conviendrait d'attribuer aux deux derniers.

» 2° Tetractinellidæ. — Cet ordre ne compte que quelques représentants, et chacun ne comporte que trois rayons cylindriques. C'est d'ailleurs ainsi que se présentent la plupart des spicules à quatre rayons dans les sections minces. Je considère leur attribution aux *Tetractinellidæ* comme absolument certaine. La faible quantité de formes polyaxes appartenant à cet ordre permet de conclure qu'un nombre assez restreint de spicules monoaxes doivent lui être rapportés.

» 3° Lithistidæ. — Parmi les quatre familles de cet ordre, une seule est représentée, d'une façon certaine, par des spicules encore plus rares que ceux qui se réfèrent au groupe précédent : c'est celle des *Tetracladinæ*, caractérisée par des spicules du squelette à quatre rayons bifurqués à leur extrémité.

» Un spicule paraît se rapporter à la famille des *Megamorinæ*. C'est un bâtonnet arqué, sans ramifications irrégulières, mais très faiblement bifurqué aux deux bouts. Certains spicules de *Dorydema* rappellent beaucoup cette forme.

» 4° Hexactinellidæ (?) — Les spicules d'*Hexactinellidæ* montrent le plus souvent, dans les sections minces, quatre rayons disposés en croix. Ceux que je range dans cet ordre n'en possèdent que deux, de forme cylindrique et rigoureusement perpendiculaires entre eux. Cette circonstance m'oblige à une certaine réserve dans la fixation de leurs affinités. C'est incontestablement des *Hexactinellidæ* qu'ils se rapprochent le plus. J'ajouterai que l'examen du point de croisement des deux rayons démontre qu'on est en présence de spicules incomplets, comme fragmentés, et que l'étude des différents états de dissociation des six rayons d'*Hexactinellidæ* fournit de nombreux exemples de spicules réduits à *deux* rayons perpendiculaires entre eux.

» Dimensions des spicules. — A quelque groupe qu'ils appartiennent, les spicules entiers sont d'assez grande taille pour être vus avec une forte loupe, en examinant les préparations par transparence. Les spicules monoaxes, qui sont les seuls complets, ont de $0^{mm},05$ à $0^{mm},35$ de longueur. Ceux qui mesurent $0^{mm},10$ à $0^{mm},15$ sont les plus fréquents.

» Mode de fossilisation. — Les spicules, siliceux à l'origine, sont, sans exception, épigénisés par la pyrite. L'emploi de forts grossissements révèle l'existence, au sein de cette substance, de taches noires, extrêmement ténues, dont quelques-unes paraissent avoir la forme d'octaèdres et qui appartiennent probablement à la magnétite.

» Il est rare que les spicules soient entiers ; il est encore plus rare qu'ils aient leurs contours intacts. Les spicules, étudiés avec de forts objectifs, montrent leur surface usée, rongée. Lorsque l'action corrosive a été plus intense, les spicules sont profondément creusés de cavités irrégulières. A

un stade de destruction plus avancée, les cavités opposées se rejoignent et déterminent des solutions de continuité dans les bâtonnets. On a alors des spicules tronçonnés qui rappellent en petit le dessin des Bélemnites du Lias des Alpes.

» Là ne s'arrêtent pas les modifications subies par les débris d'éponges. Dans de rares cas, il y a eu fragmentation mécanique sur place. On peut observer, par exemple, un spicule cylindrique divisé en trois parties, montrant le tronçon médian transporté latéralement et parallèlement à lui-même.

» Quelque imparfaite que soit la conservation des spicules, il n'en est pas moins embarrassant d'expliquer comment la cristallisation parfois très large du quartz de la roche n'a pas fait disparaître jusqu'au moindre vestige des spicules. Presque toutes les préparations de *phtanites* à Spongiaires se montrent parcourues par des veinules plus claires, sortes de filonnets de quartz à grands éléments. La séparation des plages à composition normale et de ces veinules est brusque comme celle du marbre et des veinules de calcite blanche qui le traversent. Or, quelques spicules passent du *phtanite* dans les filonnets quartzeux sans subir la moindre altération. J'en ai même observé un traversant de part en part une large bande quartzeuse, tout en restant intact.

» Si j'insiste tant sur ces particularités, c'est qu'elles aident à expliquer la conservation des spicules. Il est de toute évidence que si les restes d'Éponges étaient encore siliceux au moment de ce que j'appellerai la quartzification des *phtanites*, leur silice aurait pris part aux transformations qui affectaient la silice ambiante, et toute trace de spicule aurait notamment disparu dans les veinules uniquement composées de grands éléments de quartz. S'il n'en a pas été ainsi, c'est que les spicules avaient déjà perdu leur composition originelle, c'est que la silice était déjà remplacée avant la métamorphose de la roche. La destruction de la substance même des spicules aurait donc été un phénomène essentiellement conservateur de la forme.

» Conclusions. — Il résulte de cette rapide description :

» 1° Qu'il existe, *à la base du Précambrien de Bretagne*, des spicules d'Éponges aussi nombreux que variés;

» 2° Que *presque tous, sinon tous les ordres de Spongiaires à squelette siliceux*, sont déjà représentés à cette époque lointaine.

» Il me paraît important de faire ressortir combien cette dernière conclusion est conforme à la notion qui se dégage de l'étude des Radiolaires

du même terrain, c'est-à-dire que *les principaux groupes de ces animaux étaient déjà représentés à l'époque précambrienne* (¹). J'ai conclu de ce fait que la faune de Radiolaires précambriens était loin d'être la première faune de Rhizopodes. On est autorisé à tirer une conclusion identique pour les Éponges et à dire que la faune des Spongiaires des *phtanites* n'est pas la plus ancienne. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un Delta sous-marin dans le Crétacé supérieur, près de Châtillon-en-Diois.* Note de MM. **G. Sayn** et **P. Lory**, présentée par M. Fouqué.

« Dans la région de plateaux qui s'étend à l'est de Châtillon-en-Diois, le Crétacé renferme des *conglomérats* puissants, qui n'avaient pas encore été signalés; nous avons essayé d'en reconnaître l'âge et le mode de formation.

» Comme nous l'avons indiqué dans une Note récente, les couches qui représentent le Barrémien supérieur et l'Aptien inférieur (calcaires à *Costidiscus recticostatus* d'Orb. sp., avec lentilles oolithiques) sont recouvertes, au nord de Ravel, par des marnes noirâtres, sans fossiles, mais semblables aux marnes de l'Aptien supérieur. Un ravin qui descend vers le Bez montre au-dessus :

» 1. Calcaires à silex, débutant par un banc à *Terebratula Dutemplei* d'Orb. var., *Belemnites semicanaliculatus* Blainv. (ou *B. minimus* List.) et dents de Squales, détritique à sa face inférieure (grains de quartz et de phosphate.) Cette assise doit représenter le Gault.

» 2. Marno-calcaires probablement cénomaniens, épais de quelques mètres seulement et peu visibles en ce point.

» 3. *a*. Conglomérats à galets variés, la plupart de calcaires néocomiens ou de silex, unis par un ciment calcaréo-gréseux;

» *b*. Glauconie exploitée comme sable à bâtir, et grès grossiers;

» *c*. Calcaires gréseux sublamellaires, riches en grains de quartz et débris de Bryozoaires et surtout d'Echinodermes; radioles de *Cidaris* (certains, en massues, pourraient appartenir à *Cid. clavigera* Kenigh); articles de Crinoïdes : *Bourgueticrinus ellipticus* d'Orb., *Pentacrinus* aff. *P. Peroni* de Loriol;

» *d*. Conglomérats, de nouveau bien développés.

(¹) L. Cayeux, *Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien*. Première Note *Sur les Radiolaires précambriens* (*Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 3ᵉ Série, t. XXII, p. 197-228).

» L'étude de ce complexe détritique (3) est plus facile encore le long du ruisseau de Boule.

» En le descendant à partir du point où commence la route de Ravel, on trouve d'abord des marno-calcaires gris-bleu à *Schlœnbachia varians* Sow. sp., *Acanthoceras Mantelli* Sow. sp., *Ac. rhotomagense* Brongn. sp. et Inocérames. C'est donc le Cénomanien à facies vaseux (*type marno-calcaire* de M. Fallot).

» Il est recouvert par un très puissant ensemble dans lequel *s'enchevêtrent* des conglomérats, des grès et des calcaires, ces derniers semblables à ceux du ravin de Ravel (3, *c*) et pétris des mêmes fossiles. La stratification est fort irrégulière, les couches se terminent fréquemment *en biseau;* il y a des intercalations marneuses, mais sans continuité, et les fossiles néocomiens que l'on y rencontre montrent que ces marnes sont des produits d'érosion tout comme les conglomérats; les blocs de ceux-ci, souvent très peu roulés, sont de nature et de dimensions variées, parfois énormes et disposés obliquement à la stratification. On est, en un mot, en présence d'un *facies* de charriage très net.

» On atteint cette même formation, quand on remonte la gorge des Gas, un peu en amont du pont de Mensac.

» En ce point *elle repose directement sur les calcaires à silex de l'Aptien inférieur* dont sa base, qui semble avoir été formée par leur remaniement, ne se distingue pas sans quelque difficulté. Au-dessus, on voit d'abord surtout des conglomérats à blocs néocomiens (calcaires à silex, calcaires jaunes à *Phylloceras Winkleri* Uhl., calcaires *à débris* semblables à ceux des lentilles subrécifales de la région). Puis l'importance de ces conglomérats diminue graduellement, ils passent latéralement à des calcaires gréseux sublamellaires dont les couches inférieures sont très glauconieuses.

» A la sortie des Gas, ces couches reposent sur les calcaires marneux à *Schlœnbachia varians* et Inocérames, identiques à ceux de Boule. Ce Cénomanien avait été confondu jusqu'à présent avec les marnes aptiennes, développées du reste dans le vallon de Glandage, mais séparées des couches à *Schœnbachia varians* par une barre de calcaires à silex, analogues à l'assise 1 de la coupe de Ravel.

» La *formation des Gas* est couronnée par quelques bancs de grès sableux, dont l'un, énorme, nous a fourni de petites Huîtres. Au-dessus apparaissent des calcaires gris bleuâtres, en couches minces, avec des lits de silex noirs : ils ont l'aspect ordinaires des *lauzes* du Sénonien supérieur, mais les intercalations de grès y sont plus fréquentes que dans les régions où les lauzes ont été décrites jusqu'ici, et même que dans le Massif de Lus. Le même facies se montre jusqu'au-dessus du village de Creyers, c'est-à-dire jusqu'aux couches les plus élevées que l'érosion ait respectées dans la région.

» Des faits ci-dessus exposés nous paraissent résulter les conclusions suivantes :

» De l'Aptien au Cénomanien la région de Châtillon a été soumise à un

régime fort différent de celui du Vercors; le facies vaseux du Cénomanien, identique à celui du bassin de Dieulefit, n'avait pas encore été signalé au nord de ce dernier.

» Pendant la première partie du Crétacé supérieur il y a eu des érosions importantes, puisque le substratum des premiers dépôts que l'on rencontre au-dessus du Cénomanien varie sur un faible parcours de cet étage à l'Aptien inférieur.

» Ces dépôts appartiennent à un niveau déjà élevé dans le Crétacé supérieur, car leur faune d'Echinodermes a des affinités sénoniennes; l'ensemble dont ils font partie (calcaires, grès et conglomérats des Gas) est immédiatement inférieur aux *lauzes* dont la base, à Lus, contient déjà *Belemnitella mucronata* (P. Lory); enfin cette formation, malgré sa puissance de plus de 150^{m}, a dû s'effectuer en un court espace de temps, étant donnés ses éléments et son mode de stratification.

» Ces caractères de stratification, que nous avons indiqués, nous paraissent établir que la plus grande partie de la *formation des Gas* représente la portion *neptunienne* d'un *delta torrentiel* important. L'existence de ce torrent implique celle d'un *relief* alors émergé et peu éloigné, où affleuraient surtout des couches néocomiennes.

» Les érosions et l'émersion d'un relief sont les traces certaines de mouvements du sol, qui se placent par conséquent entre le Cénomanien et l'Aturien. Cette *phase orogénique* explique l'absence, depuis longtemps reconnue par Ch. Lory, de dépôts du Crétacé supérieur antérieurs au Campanien dans les chaînes subalpines du Dauphiné septentrional.

» La *transgression campanienne* a dû recouvrir graduellement la terre dont il vient d'être question et dont l'influence se manifestait encore par le facies particulièrement détritique que les *lauzes* revêtent dans la région. »

M. Ducla adresse un Mémoire intitulé : « Contraction au moment de la formation d'un corps composé; classifications faites d'après ces contractions. »

M. C. Oustimovitch adresse une Note sur les phénomènes de la nutrition dans l'organisme animal.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son Doyen M. *Chatin*, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Duchartre*.

En première ligne	M. L. GUIGNARD.
En seconde ligne, par ordre alphabétique . . .	M. BAILLON. M. G. BONNIER. M. ED. BUREAU. M. MAXIME CORNU. M. PRILLIEUX. M. B. RENAULT. M. ZEILLER.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1895.

Recherches de Chimie et de Physiologie appliquées à l'Agriculture, par A. PETERMANN. Tome II. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Février 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Janvier 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Contributions à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne, par R. NICKLÈS. (Extrait des *Mémoires de la Société géologique de France*.) Paris, Baudry et Cie, 1894; 1 fasc. in-4°.

Études sur les Fourmis, par Ch. Janet. (Extrait des *Mémoires de la Société zoologique de France.*) Paris, 1894; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. 1895. N° 1. Séance du 4 janvier 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Nos 3 et 4. Paris, G. Masson; 2 fasc. in-8°.

Le Botaniste. 25 janvier 1895. Paris, J.-B. Baillière; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. N° 2. Paris, G. Carré; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Vendredi 18 février 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Étude sur quelques Cétacés du Miocène, par V. Paquier. (Extrait des *Mémoires de la Société géologique de France.*) Paris, Baudry, 1894; 1 fasc. in-4°.

Les Tabacs et Toubekis grecs au point de vue chimique, par A.-K. Dambierges. Athènes; 1 fasc. gr. in-8°.

Twelfth Report of the State mineralogist (second biennal) *two years ending september* 15, 1894. Sacramento, 1894; 1 vol. in-8°.

Analecta algologica. Observationes de speciebus algarum minus cognitis earumque dispositione. Auctore J.-G. Agardh. Lundæ, 1894; 1 vol in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1895.

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant à l'Académie, de la part de notre Confrère M. *Bischoffsheim*, les Tomes IV et V des « Annales de l'observatoire de Nice », publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes, s'exprime comme il suit :

« Dans le Tome IV, M. Perrotin, l'éminent Directeur de l'observatoire, a donné les inégalités du premier ordre de la planète Vesta produites par l'action de Jupiter. M. Perrotin avait déjà publié ces inégalités, déterminées algébriquement dans le Tome III de ces Annales. Ici il les calcule de nouveau par la méthode d'interpolation recommandée par Le Verrier, en ne tenant compte que de la première puissance des masses. La comparaison des résultats fournis par les deux méthodes témoigne d'un accord très satisfaisant. Les différences proviennent de ce que, dans la théorie, on n'est pas allé au delà des termes du cinquième ordre par rapport aux excen-

tricités et aux inclinaisons, tandis que, dans l'interpolation, on est allé jusqu'aux termes du septième ordre.

» En second lieu nous trouvons, dans le même Tome, un catalogue de 505 nébuleuses très faibles observées, au grand équatorial de Nice, par M. Javelle et découvertes de 1890 à 1891.

» Puis vient une belle série d'observations méridiennes au grand cercle méridien de Brunner et à la pendule de Fénon. Les tourillons ont présenté une égalité parfaite. Les observations ont été faites par MM. Fabry, Jabely, Simonin, Colomax et Giacobini.

» Ce Volume contient encore les observations de comètes et de petites planètes faites à l'équatorial de Gautier, de $0^m,38$ d'ouverture, par M. Charlois. Nous y avons remarqué les singuliers noms des petites planètes, prises évidemment parmi les nouvellement découvertes, telles que Cécile, Baptistine, Clarisse, Gordonia, Fraternitas, Marguerite, Rosalie, Pierretta, Madeleine, Nenetta, etc.

» Parmi les comètes nous avons trouvé celles de Brooks, de Faye, de Barnard, de Swift, de Borrelly, etc., toutes admirablement observées. Puis viennent les vingt-six planètes de M. Charlois et les onze qu'il a découvertes photographiquement. L'observatoire de Nice occupe assurément l'un des premiers rangs dans la découverte et les calculs de ces difficiles observations.

» Le Tome V contient les observations météorologiques faites sur le plan le plus compréhensif de ces phénomènes. Nous devons faire ici une mention spéciale des restrictions avec lesquelles ces observations doivent être consultées. Elles sont faites à 140^m d'altitude, sur le versant nord du mont Gros, tandis que le littoral, et Nice en particulier, sont protégés contre les vents du nord par la ceinture de montagnes qui les dominent. C'est avec raison que les observateurs de Nice font leurs réserves contre les conséquences qu'on pourrait tirer de leurs travaux relativement au climat du littoral. Ce Volume contient, en outre, les observations magnétiques et une étude des perturbations des éléments présentée graphiquement. Observateur : M. Auvergnon, assisté par M. Fautapié. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'alumine dans les plantes et sur sa répartition;* Note de MM. **Berthelot** et **G. André**.

« La proportion de l'alumine dans les végétaux et son existence même ont donné lieu à des contestations : on a même été jusqu'à en nier l'exis-

tence. Nos recherches sur la formation des tissus végétaux nous ont conduit à faire sur cette question quelques expériences, dont il paraît utile de publier les résultats. Nous nous sommes attachés à isoler l'alumine en nature, après avoir séparé le fer, par les moyens connus, et l'acide phosphorique, à l'état de phosphomolybdate.

» Voici les résultats :

I. — *Luzerne semée en pots en mai* 1893, *récoltée le* 20 *novembre.* — *Racines de luzerne nettoyées et lavées avec soin.*

	Sur 100 parties.
Racine séchée à 110°	25^{gr},2
Cendres	3,030; soit 12,1 pour 100
Alumine pure	0,127; soit 0,5 »
Peroxyde de fer	0,165
Chaux	0,165
Acide phosphorique (P^2O^5)	0,168
Silice	2,307
Alcalis (par différence)	0,10

II. — *Autre.*

Cendres	11^{gr},4 pour 100
Alumine	0,48 »

III. — *Racines de liseron* (Convolvulus) (janvier 1894).

Poids sec	14^{gr},567
Cendres	1,533; soit 10,5 pour 100
Alumine	0,0596; soit 0,4 pour 100

IV. — *Racines de chiendent* (31 janvier 1894).

Poids sec	8^{gr},873
Cendres	0,3898; soit 4,4 pour 100
Alumine	0,011; soit 0,12 »

V. — *Feuilles de lupin.*

Poids sec	34^{gr},60
Cendres	2,46; soit 10,0 pour 100
Alumine	0,013; soit 0,037 »

VI. — *Feuilles de tilleul.*

Poids sec	47^{gr},6
Alumine	0,0012; soit 0,0025 pour 100

» On voit par ces chiffres que l'alumine peut exister dans les cendres des plantes annuelles pourvues de racines abondantes et profondes. Sa proportion était comparable à celle des autres bases, dans l'analyse de luzerne ci-dessus; elle coexistait avec l'acide phosphorique. Mais l'alumine est arrêtée aussitôt après son absorption (ou sa fixation) par les racines. Elle n'arrive aux feuilles qu'en dose minime, et même, dans le cas d'un arbre, tel que le tilleul, qu'en dose presque infinitésimale.

» L'alumine d'ailleurs, aussi bien que le phosphate d'alumine, peut être maintenue en dissolution, et dès lors absorbée, en présence des acides citrique, tartrique et congénères. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du titane.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Le titane est plus connu jusqu'ici à l'état de combinaisons qu'à l'état de liberté. On ne l'a obtenu que sous forme de poudre amorphe dont l'aspect et les propriétés ont varié avec chaque préparation.

» Dans le premier procédé indiqué par Berzélius ce savant faisait réagir le potassium sur un fluotitanate alcalin. On recueillait dans ces conditions une poudre de couleur rougeâtre que l'on a démontrée ensuite n'être qu'un azoture.

» Wöhler ([1]) et plus tard Wöhler et Deville ([2]), en faisant réagir le sodium sur le fluotitanate de potassium dans un courant d'hydrogène, ont préparé une autre poudre de couleur grise qu'ils regardaient comme le titane et qui décomposait l'eau à la température de 100°.

» Enfin plus récemment M. Kern ([3]), en entraînant au rouge la vapeur de chlorure de titane par un courant d'hydrogène, sur du sodium placé dans une nacelle, a obtenu une autre poudre qui ne décomposait plus l'eau qu'à 500°. Du reste aucun des auteurs de ces travaux n'a produit d'analyses du titane qui, en somme, était toujours obtenu par la réduction d'un composé titané par un métal alcalin.

» L'affinité si puissante du titane pour l'azote et la grande difficulté

([1]) Wöhler, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXIX, p. 166.

([2]) Wöhler et Deville, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LII, p. 92.

([3]) Kern, *Chemical News*, t. XXXIII, p. 57, et *Bull. de la Soc. ch.*, t. XXVI, p. 265.

d'avoir un courant continu d'hydrogène absolument privé d'azote compliquaient singulièrement cette préparation. Les échantillons obtenus jusqu'ici renferment tous du potassium ou du sodium, du silicium, de l'oxygène et de l'azote.

» A la suite de nos réductions par le charbon, au four électrique, de l'oxyde d'uranium, de la silice et de l'acide vanadique, nous avons repris l'étude du titane.

» Lorsque l'on chauffe dans notre four électrique, avec un courant de 100 ampères et 50 volts (machine de 8 chevaux), de l'acide titanique placé dans un creuset ou dans une nacelle de charbon, on obtient d'une façon constante un oxyde de titane fondu ou cristallisé d'un bleu indigo. Si l'on répète cette opération avec un courant de 300 à 350 ampères et de 70 volts (40 chevaux) on obtient une masse jaune de couleur bronze parfaitement fondue. C'est l'azoture de titane Ti^2Az^2 de Friedel et Guérin.

» Pour préparer le titane la température doit être beaucoup plus élevée. Avec une machine de 45 chevaux, en variant la forme de l'expérience, nous n'avons jamais obtenu que l'azoture. La préparation ne devient possible que si l'on produit une chaleur assez grande pour dépasser la température de décomposition de cet azoture de titane.

» Lorsque l'on chauffe à l'air, dans une nacelle de charbon, un mélange d'acide titanique et de carbone, sous l'action d'un arc de 1200 ampères et 70 volts (au moyen du fourneau électrique à tube que nous avons décrit), on obtient une masse fondue qui, après refroidissement, a un aspect cristallin très net et est formée par un carbure de titane de formule TiC absolument exempt d'azote.

» Enfin, lorsque l'on chauffe sous l'action du même arc, mais cette fois dans un creuset, un mélange d'acide titanique et de charbon, sans qu'il y ait excès de ce dernier, on obtient après refroidissement un culot dont la partie supérieure, sur une profondeur de 2^{cm} à 3^{cm}, est fondue et qui est formé par une fonte de titane à cassure brillante et à teneur variable de carbone.

» Dans ces conditions, l'azoture de titane ne peut plus exister et le titane, plus ou moins carburé, subsiste seul.

» Ces actions successives d'un arc de plus en plus puissant sur le mélange d'acide titanique et de charbon me paraissent apporter une preuve décisive de l'augmentation de la température de l'arc électrique en fonction du courant. Cette étude, en démontrant que la puissance calorifique

de l'arc croît avec l'intensité électrique, augmente considérablement le nombre des expériences à entreprendre dans cette nouvelle voie.

» *Préparation du titane.* — On peut employer du rutile de Limoges, choisi avec soin et qui ne renferme qu'une très petite quantité de silice et de fer. Dans ce cas, le titane obtenu ne sera pas pur, et il vaut mieux substituer, au produit naturel, de l'acide titanique préparé au laboratoire. Ce composé est intimement mélangé à du carbone, puis comprimé et séché avec soin. On tasse fortement ce mélange dans un creuset cylindrique de charbon, de 8^{cm} de diamètre, et l'on dispose le tout au milieu du four électrique. On opère ainsi sur une quantité de 300^{gr} à 400^{gr}. On fait jaillir l'arc provenant d'un courant de 1000 ampères et 60 volts pendant dix à douze minutes; on arrête le courant, on laisse l'appareil se refroidir, puis on ouvre le four. Le creuset renferme une masse homogène qui n'a été liquéfiée que sur une profondeur de quelques centimètres. Cette matière est entourée d'un vernis jaunâtre d'acide titanique fondu.

» Si l'on opère avec un courant de 2200 ampères et 60 volts, la quantité de titane obtenue est plus grande, mais la fusion de tout le mélange contenu dans le creuset n'est pas complète. Chaque expérience fournit environ 200^{gr} de titane.

» En dessous du titane fondu, on trouve une couche d'azoture jaune plus ou moins cristallisé, et, tout au fond du creuset, une autre couche bleue d'oxyde de titane hérissée de petits cristaux. Ces différentes tranches de composés variables sont une preuve de l'abaissement rapide de la température de la surface du creuset jusqu'au fond.

» La fonte de titane que l'on obtient dans ces conditions sera plus ou moins riche en carbone selon les proportions d'acide titanique et de charbon. Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	Ampères.	Volts.	Durée de la chauffe.	Carbone.	Cendres.
Rutile + charbon.........	1000	70	15′	15,3	3,3
» »	1200	70	12	11,2	2,0
» »	1000	60	12	8,2	2,4
Ac. titanique + charbon...	1100	70	10	7,7	4,5
Carbure de titane + oxyde.	2000	60	9	4,8	2,1

» Cette fonte de titane peut être mélangée avec de l'acide titanique, puis chauffée à nouveau au four électrique sous l'action d'un courant

aussi intense que précédemment. Dans ces conditions, surtout si l'on a soin d'opérer rapidement pour éviter l'action carburante de l'arc, on obtient un titane ne renfermant pas d'azote et de silicium, et ne contenant plus, comme impureté, que 2 pour 100 environ de carbone. Jusqu'ici nous n'avons pu descendre au-dessous de cette teneur.

» *Propriétés.* — Le titane, préparé dans ces conditions, se présente sous la forme d'une masse fondue à cassures d'un blanc brillant, assez dure pour rayer avec facilité le cristal de roche et l'acier, friable néanmoins et pouvant se réduire facilement en poudre au mortier d'Abich, puis au mortier d'agate. Sa densité est de 4,87.

» Le chlore attaque le titane à + 325°, avec incandescence, en produisant le chlorure de titane liquide $TiCl^4$. Le brome à 360° donne un bromure de couleur foncée. L'iode réagit à une température encore plus élevée, sans incandescence sensible, et fournit l'iodure de titane solide, préparé à l'état de pureté par notre confrère, M. Hautefeuille.

» Dans l'oxygène, le titane brûle à 610° avec incandescence en laissant un résidu d'acide titanique amorphe. Le soufre attaque lentement le titane au point de ramollissement du verre. Il se produit un corps de couleur foncée, inattaquable à froid par l'acide chlorhydrique et dégageant de l'hydrogène sulfuré avec l'acide concentré et bouillant.

» Dans un courant d'azote, le titane en poudre se transforme en azoture à une température voisine de 800°. Cette combinaison se fait avec un dégagement de chaleur, et la nacelle est portée à une température supérieure à celle du tube. C'est le premier exemple bien net d'une combustion d'un corps simple dans l'azote.

» La vapeur de phosphore réagit vers 1000° en donnant un phosphure de couleur foncée, mais l'attaque n'est que superficielle.

» Le carbone se dissout dans le titane fondu et s'y combine pour former un carbure défini. L'excès de carbone cristallise sous forme de graphite.

» Au four électrique, le silicium et le bore s'unissent au titane pour donner des borures et des siliciures fondus ou cristallisés, qui possèdent une dureté aussi grande que celle du diamant.

» Le titane se dissout avec facilité dans le fer en fusion et dans le plomb. Avec le cuivre, l'étain et le chrome il donne des alliages dont nous poursuivons l'étude.

» L'acide chlorhydrique concentré et bouillant attaque lentement le titane en dégageant de l'hydrogène. Il se produit une solution violette. Avec l'acide nitrique à chaud l'attaque est assez lente et fournit de

l'acide titanique. Avec l'eau régale, la dissolution est beaucoup plus rapide mais l'acide titanique qui se produit ne tarde pas à ralentir la réaction.

» L'acide sulfurique étendu dissout le titane avec beaucoup plus de facilité, même à froid, mais pour avoir une attaque continue il est pourtant nécessaire d'élever la température. Il se dégage de l'hydrogène et la solution prend une teinte violette. Avec l'acide sulfurique concentré et bouillant il se produit de l'acide sulfureux.

» Dans un mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique, le titane se dissout en produisant une violente effervescence. L'attaque est aussi rapide que celle du silicium.

» Les oxydants agissent sur le titane avec une certaine énergie: l'azotate de potassium en fusion l'attaque sans dégagement de chaleur apparent; mais si l'on projette du titane en poudre dans du chlorate de potassium, chauffé à sa température de décomposition, il se produit une vive incandescence.

» Les carbonates alcalins en fusion l'attaquent aussi avec incandescence; il en est de même d'un mélange de nitrate et de carbonate de potassium.

» Le titane porphyrisé, chauffé dans un courant de vapeur d'eau, ne commence à décomposer ce gaz qu'à une température voisine de 700°, et ce n'est guère qu'à 800° que la décomposition se produit d'une façon continue. Il se fait de l'acide titanique, et l'on recueille de l'hydrogène.

» Le fluorure d'argent est réduit à la température de 320° par le titane en poudre avec incandescence.

» *Analyse.* — Le titane, réduit en poudre, est attaqué par un mélange en fusion de carbonate (2 parties) et d'azotate de potassium (8 parties). La masse blanche obtenue est reprise par l'eau froide; le résidu de titanate insoluble est dissous dans l'acide chlorhydrique froid et réuni à la première solution. L'acide titanique est ensuite précipité par l'ammoniaque, en suivant les précautions indiquées pour cette analyse.

» Pour doser le carbone, on enlève le titane au rouge sombre au moyen d'un courant de chlore pur et sec, et par combustion du résidu noir dans l'oxygène, on obtient par pesées l'acide carbonique et les cendres.

» Ces analyses nous ont fourni les chiffres suivants :

	1.	2.	3.
Titane	94,80	96,11	96,69
Carbone	3,81	2,82	1,91
Cendres	0,60	0,92	0,41

» *Carbure de titane* TiC. — Lorsque l'on chauffe, sous l'action d'un arc électrique de 1000 ampères et 70 volts, un mélange d'acide titanique 160 parties et carbone 70 parties, on obtient, après dix minutes, un carbure défini d'après l'équation

$$TiO^2 + 3C = TiC + 2CO.$$

» Ce carbure de titane se présente en culots bien fondus, à cassure cristalline ou en amas de cristaux; il renferme un léger excès de carbone qui a cristallisé sous forme de graphite [1].

» Le carbure de titane a une densité de 4,25. Il n'est pas attaquable par l'acide chlorhydrique, ce qui permet dans certains cas de le séparer avec facilité du titane en excès. L'eau régale l'attaque avec lenteur. A 700°, la vapeur d'eau n'exerce aucune action sur lui. Les autres réactions sont voisines de celles du titane. Cependant il brûle beaucoup mieux que ce corps dans l'oxygène. Au rouge naissant il prend feu, et le dégagement de chaleur est assez grand pour porter la matière au rouge blanc. Réduit en poudre et projeté dans la flamme d'un brûleur, il fournit des étincelles très belles, beaucoup plus brillantes que celles données par le titane.

» *Analyse :*

	1.	2.	3.	Théorie pour TiC.
Carbone..........	20,06	19,40	19,18	19,36
Titane............	»	79,94	80,41	80,64

» *Azoture de titane.* — L'azoture obtenu en chauffant l'acide titanique soit additionné de charbon, soit seul, sous l'action d'un arc de 300 ampères et de 70 volts, se présente sous forme de masses fondues de couleur bronze, difficilement friables, très dures, rayant le rubis, taillant le diamant et dont la densité est de 5,18.

» Il nous a donné à l'analyse 78,3 et 78,7 de titane. Ce composé, exempt de carbone, répond donc bien à l'azoture décrit par MM. Friedel et Guérin, dont la densité était de 5,28 et la teneur en titane, 78,1 pour 100.

» *Oxyde de titane.* — L'oxyde bleu obtenu sous l'action de l'arc électrique sur l'acide titanique, lorsque cet arc est de faible intensité, se rapproche beaucoup comme aspect du protoxyde de titane dont l'existence est encore douteuse, et qui a été mentionné par Laugier et par Karsten.

---

(1) Ce graphite retient énergiquement du titane et abandonne par la combustion dans l'oxygène des cendres d'un blanc jaunâtre, dans lesquelles on caractérise facilement l'acide titanique.

» L'oxyde que nous avons obtenu se présente sous l'aspect d'une masse d'un bleu indigo foncé, recouverte et formée d'un amas de cristaux. Nous poursuivons l'étude de ce composé.

» *Conclusions.* — Lorsque l'on fait agir la chaleur produite par un arc électrique dont l'intensité est variable sur un mélange d'acide titanique et de charbon, on obtient :

» 1° Le protoxyde bleu de titane; 2° l'azoture de titane fondu Ti^2Az^2; 3° le titane fondu ou un carbure cristallisé de titane TiC.

» Le titane fondu est le corps le plus réfractaire que nous ayons obtenu jusqu'ici au four électrique; il est plus infusible que le vanadium, et laisse bien loin derrière lui les métaux tels que le chrome pur, le tungstène, le molybdène et le zirconium. Il n'a pu être préparé au four électrique qu'à une température supérieure à celle de la décomposition de son azoture et au moyen de l'arc produit par une machine de 100 chevaux. Le titane fondu possède vis-à-vis de l'azote une affinité moins grande que les poudres obtenues par l'action des métaux alcalins sur les fluotitanates; cependant ce titane réduit en poudre brûle dans l'azote à une température de 800°.

» L'ensemble des propriétés du titane le rapproche nettement des métalloïdes et en particulier du silicium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la phénolphtaléine;* par MM. A. **Haller** et A. **Guyot**.

« Dans notre dernière Communication [1] sur la phénolphtaléine et la fluorescéine, nous avons montré que chacun de ces composés se combine à 2 molécules d'isocyanate de phényle, pour donner naissance à des diphénylbicarbamates de la forme

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} C^6H^4OCOAzHC^6H^5 \\ C^6H^4OCOAzHC^6H^5, \end{array}\right. \\ \quad >O \\ CO \end{array}\right. \qquad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l} C^6H^3OCOAzHC^6H^5 \\ \quad >O \\ C^6H^3OCOAzHC^6H^5, \end{array}\right. \\ \quad >O \\ CO \end{array}\right.$$

réaction qui confirme les vues généralement adoptées sur la présence de deux groupes hydroxyles dans ces phtaléines à l'état libre.

» Nous avons en outre montré que, en solution alcaline, la phénolphta-

(1) *Comptes rendus,* t. CXVI, p. 479.

léine donne naissance à un dérivé dibenzylé, quand on la traite par du chlorure de benzyle : en nous basant sur un ensemble de réactions des plus nettes, nous avons attribué à cet éther la formule suivante

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C \\ \\ CO \end{matrix}\right\rangle O \quad \begin{matrix} C^6H^4OC^7H^7 \\ C^6H^4OC^7H^7, \end{matrix} \qquad \text{et non} \qquad C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix} C^6H^4OC^7H^7 \\ C^6H^4 = O. \end{matrix} \\ COOC^7H^7 \end{matrix}\right.$$

» Nous avons cherché une autre preuve à l'appui de notre manière de voir, et avons essayé de préparer un dérivé dialcoylé de la phtaléine, en faisant agir du chlorure de phtalyle sur le phénétol, en présence du chlorure d'aluminium. Cet essai avait déjà été tenté par M. Neuberg (*Diss. inaug.*, Heidelberg, 1890), mais l'auteur n'obtint qu'une huile se transformant lentement en une masse blanche, porcelanique, qu'il ne parvint pas à faire cristalliser.

» En répétant l'expérience de Neuberg, et opérant exactement comme il l'indique, nous avons réussi à obtenir, avec de bons rendements, un produit bien cristallisé, fondant à 122°, et ayant la composition d'une diéthylphtaléine

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} CCl^2 \\ \\ CO \end{matrix}\right\rangle O + \begin{matrix} HC^6H^4OC^2H^5 \\ HC^6H^4OC^2H^5 \end{matrix} = 2\,HCl + C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C \\ \\ CO \end{matrix}\right\rangle O \quad \begin{matrix} C^6H^4OC^2H^5 \\ C^6H^4OC^2H^5. \end{matrix}$$

» Le mode de formation de ce composé ne laisse aucun doute sur sa formule de constitution, et la façon dont se comporte cet éther vis-à-vis des différents réactifs est également d'accord avec cette formule lactonique. Comme le dérivé dibenzylé ([1]), ce produit se présente en petits cristaux blancs et incolores, très solubles dans la benzine, beaucoup moins dans l'alcool et dans l'éther. Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une belle coloration rouge, d'où l'eau le reprécipite sans altération apparente.

» *A priori*, si l'on admet, avec MM. Bernthsen, Friedlænder, Nietzki, que la phénolphtaléine possède en solution alcaline la formule de consti-

---

([1]) Une erreur d'impression nous a fait dire, dans notre dernière Note, que la dibenzylphtaléine était *bleue*, tandis qu'elle est d'un *blanc* pur.

tution

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{l} C \langle \begin{array}{l} C^6H^4OH \\ C^6H^4 = O, \end{array} \\ COOH \end{array}$$

on aurait pu s'attendre à obtenir un second éther diéthylique de formule quinonique, en faisant réagir de l'iodure d'éthyle sur les solutions alcalines de phénolphtaléine.

» Or, si l'on dissout une molécule de phtaléine dans deux molécules d'éthylate de sodium, et si l'on fait bouillir au réfrigérant ascendant avec un excès d'iodure d'éthyle, la solution, primitivement d'un rouge violacé intense, se décolore rapidement, et l'on isole avec facilité un éther qui est *identique* dans toutes ses propriétés avec le précédent.

» *Action de la potasse alcoolique sur les deux éthers.* — Si, à une solution chaude et concentrée des deux éthers, on ajoute une liqueur concentrée de potasse alcoolique et que l'on chauffe le mélange au bain-marie, on obtient, au bout de quelques minutes, un magma de longues et fines aiguilles blanches d'un sel de potasse qui, essoré et lavé avec de l'alcool absolu froid, répond à la composition

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{l} C \langle \begin{array}{l} OH \\ (C^6H^4OC^2H^5). \end{array} \\ COOK \end{array}$$

» Ce sel dissous dans l'eau se dissocie peu à peu, comme son analogue le dérivé dibenzylé, en régénérant la phtaléine diéthylée. On sait d'ailleurs que le sel de potasse de l'acide triphénylméthane-orthocarbonique subit la même transformation, quand on l'étend d'eau, pour donner naissance au diphénylphtalide.

» *Action des réducteurs alcalins.* — L'amalgame de sodium ou bien la poudre de zinc en présence de la potasse transforment facilement et quantitativement les éthers préparés par l'une ou l'autre méthode en le même produit de réduction, l'acide diéthoxytriphénylméthane-orthocarbonique

$$C^6H^4 \langle \begin{array}{l} \overset{H}{\searrow} C \langle \begin{array}{l} C^6H^4OC^2H^5 \\ C^6H^4OC^2H^5. \end{array} \\ CO\,OH \end{array}$$

» Cette phtaline se présente en cristaux incolores, assez solubles dans les dissolvants usuels, ainsi que dans les alcalis et les carbonates alcalins, et fond à 135°.

» Ce même composé s'obtient d'ailleurs encore en faisant agir de l'iodure d'éthyle sur une solution alcaline de phénolphtaline, et saponifiant l'éther triéthylique formé.

» Traité par de l'acide sulfurique froid, ce dérivé se transforme en une phtalidine bien cristallisée, dont l'étude est encore à faire.

» En résumé, les deux procédés employés pour la préparation de la diéthylphtaléine aboutissent à un seul et même dérivé, qui ne semble pas posséder de groupement quinonique. En effet, en variant les conditions expérimentales de toutes les manières possibles, nous n'avons jamais pu obtenir d'oxime avec cet éther, ni avec le diphénylphtalide du reste.

» Ces faits sont-ils en contradiction absolue avec la théorie qui veut que la phénolphtaléine ait une fonction quinonique en solution alcaline? Nous ne le pensons pas, et la série d'équations suivantes permet même, en admettant cette théorie, de rendre compte de la formation de la diéthylphénolphtaléine dans l'action de l'iodure d'éthyle sur une solution sodique de la phtaléine

$$(1)\quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4ONa\\ C^6H^4=O\end{array}\right.\\ COONa\end{array}\right. + C^2H^5I = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4OC^2H^5\\ C^6H^4=O\end{array}\right.\\ COONa\end{array}\right. + NaI,$$

$$(2)\quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4OC^2H^5\\ C^6H^4=O\end{array}\right.\\ COONa\end{array}\right. + C^2H^5I = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} \underset{\textstyle I}{C}\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4OC^2H^5\\ C^6H^4OC^2H^5\end{array}\right.\\ COONa\end{array}\right. ,$$

$$(3)\quad C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} \underset{\textstyle I}{C}\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4OC^2H^5\\ C^6H^4OC^2H^5\end{array}\right.\\ COONa\end{array}\right. = C^6H^4\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^4OC^2H^5\\ C^6H^4OC^2H^5\\ O\end{array}\right.\\ CO\diagup\end{array}\right. + NaI. »$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Duchartre*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Guignard	obtient	29 suffrages,
M. Baillon	»	11 »
M. Prillieux	»	8 »
M. Bureau	»	4 »
M. Maxime Cornu	»	3 »
M. B. Renault	»	1 »
M. Zeiller	»	1 »

M. **Guignard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un travail de M.* E. Hardy, *relatif à « l'Application des vibrations sonores à l'analyse de deux gaz de densités différentes* » ([1]).

(Commissaires : MM. Daubrée, Haton de la Goupillière, Cailletet, Laussedat ([2]) et Cornu, rapporteur.)

« On sait de quelle importance serait la découverte d'une méthode simple et rapide, fournissant d'une manière continue la proportion de *grisou* existant dans l'air d'une mine, et l'on connaît les nombreux procédés chimiques proposés pour obtenir ce résultat.

» M. Hardy attaque le problème par une voie différente en faisant appel à une propriété purement physique, à savoir la diminution de densité que subit l'air par l'addition du grisou : la méthode est fondée sur ce fait que toute variation de densité d'un gaz alimentant un tuyau sonore se traduit par une variation dans la hauteur du son rendu ; et comme cette variation de hauteur devient très sensible par la production de *battements*, l'auteur l'utilise pour la mesure du grisou (ou *formène*) à l'aide d'un appareil qu'il nomme *Formènophone*.

» Grâce à la bienveillance de notre confrère M. le colonel Laussedat, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, M. Hardy a pu, au mois de décembre dernier, installer son appareil d'études dans une des salles de cet établissement et le faire fonctionner devant la Commission.

» L'appareil, renfermé dans une cage vitrée bien étanche (représentant une galerie de mine), se compose essentiellement de deux tuyaux sonores identiques, préalablement réglés pour donner exactement le même son (ut_4, 512 périodes ou vibrations doubles par seconde) : l'un est alimenté par une provision d'air pur qui ne se mêle jamais à l'air de la cage, l'autre par l'air même de la cage, dont on fait varier à volonté la densité

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 573.

([2]) Appelé à faire partir de la Commission en remplacement de M. Mallard, décédé.

par l'introduction d'un gaz léger. Ces tuyaux sont mis simultanément en vibration sous l'action d'un système particulier de soufflets qu'on manœuvre du dehors : on entend alors, à l'aide de tubes acoustiques convenablement disposés, des battements dont le nombre, dans l'unité de temps, est proportionnel : 1° à la quantité relative de gaz léger introduit; 2° à la différence de densité entre le gaz et l'air employé; 3° au nombre de vibrations du son initial (1).

» Pour que la mesure, déduite de cette observation, soit rigoureuse, il faut que l'expérience soit véritablement *différentielle*, c'est-à-dire que la variation de densité soit due exclusivement au gaz qu'il s'agit de doser. Aussi a-t-on soin de dépouiller les deux gaz de l'acide carbonique qu'ils pourraient contenir en quantité inégale, de les saturer d'humidité et d'égaliser leur température : cette dernière condition s'obtient en les faisant passer à travers deux conduites remplies de toiles métalliques et placées au milieu d'une colonne d'eau.

» Dans les expériences effectuées devant la Commission, le gaz léger employé était le gaz d'éclairage (dont la densité est très voisine de celle du formène); on en mesurait, sur la cuve à eau, un volume déterminé et on l'introduisait, par un tube abducteur, dans la cage de l'appareil d'une capacité d'environ 200^{lit}.

» L'air de cette cage s'enrichissait donc de $\frac{1}{2}$ pour 100 de gaz léger pour chaque litre introduit.

» Voici les nombres observés (2) par les Membres de la Commission :

2 pour 100	de gaz d'éclairage ont donné	30	battements en dix secondes.		
1 pour 100	»	15	»	»	
$\frac{1}{2}$ pour 100	»	8 à 9	»	»	

» On aurait pu observer l'effet d'une proportion encore moindre, si l'alimentation avait été plus régulière. Depuis cette séance, l'auteur a remplacé

---

(1) L'expression du nombre n de battements par seconde en fonction de la proportion x (supposée petite) du gaz de densité d (celle de l'air étant 1) et du nombre N de périodes du son initial est précisément la moitié du produit des trois facteurs x, $(1-d)$ et N.

$$n = \frac{N}{2}(1-d)x.$$

En prenant $N = 512$ (ou ut_4), $d = 0,500$, $x = \frac{1}{100}$, on trouve $n = 1,28$ ou 12,8 battements en dix secondes : on voit par cet exemple la sensibilité de la méthode.

(2) Ils sont conformes aux résultats calculés avec la formule théorique ci-dessus, en tenant compte de ce que le gaz d'éclairage est un peu plus léger que le formène.

les soufflets simples par des doubles soufflets et a rendu perceptibles les battements correspondant à $\frac{1}{4}$ et même $\frac{1}{5}$ pour 100 de gaz léger.

» La sensibilité de la méthode est donc suffisante; on pourrait probablement l'accroître encore un peu.

» Outre l'appareil fixe qu'on vient de décrire, M. Hardy a exposé les diverses pièces d'un appareil portatif qu'on pourrait transporter en un point donné de la mine à explorer. Mais, d'après l'opinion de la Commission, ce serait moins dans cette voie qu'il conviendrait de marcher que dans la recherche d'un dispositif additionnel transmettant à grande distance les battements des tuyaux sonores.

» L'auteur s'est déjà préoccupé de cette question et remplace au besoin par des téléphones les tubes acoustiques servant à l'observation directe. Toutefois les bruits périodiques du mécanisme d'alimentation gênent la perception nette des battements : il y aura donc lieu de modifier ce mécanisme, de manière à rendre l'observation plus certaine.

» Mais il est un perfectionnement que les Membres de la Commission ont spécialement recommandé, ce serait de disposer l'appareil de telle sorte que chaque battement puisse (au moyen d'un *relai électrique*, par exemple) développer un effort mécanique, capable d'actionner un enregistreur.

» La sécurité des mineurs serait, en effet, singulièrement améliorée, si les ingénieurs et le mécanicien préposés aux ventilateurs voyaient se tracer sous leurs yeux un diagramme représentant à chaque instant la proportion de grisou dans les chantiers dangereux.

» Ces tracés, joints à ceux d'un enregistrement automatique de la ventilation, auraient en outre l'avantage de constituer des documents permanents, d'une sincérité incontestable, utiles non seulement à la surveillance de l'exploitation, mais encore à l'étude des causes influant sur le développement du grisou et qui permettraient d'établir ou d'infirmer certaines corrélations sur lesquelles les opinions sont encore contradictoires.

» En raison de l'intérêt véritablement humanitaire qui s'attache à la prompte solution des problèmes relatifs au grisou (qu'une catastrophe récente vient encore de remettre douloureusement en mémoire) la Commission propose à l'Académie d'adresser à l'auteur des félicitations pour les résultats déjà obtenus et de l'encourager vivement à perfectionner ses appareils : le principe mis en œuvre, qui d'ailleurs n'exclut en rien le dosage des gaz par l'analyse chimique ([1]), paraît en effet susceptible de

([1]) La méthode cesserait évidemment d'être applicable si le gaz inflammable, au lieu d'être le formène comme dans l'immense majorité des cas, était un carbure d'hy-

conduire à cet enregistreur continu de la proportion de grisou dont l'usage serait si précieux pour assurer la sécurité des mineurs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-W. Rasch** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Le mesurage d'un cylindre ».

(Commissaires : MM. Faye, A. Cornu, Laussedat.)

M. **C. Fitzgerald** adresse un Mémoire sur une nouvelle théorie de la précipitation atmosphérique de l'eau.

(Commissaires : MM. Faye, Mascart.)

M. **E. Sans** adresse une Note sur un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions méromorphes.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« J'ai démontré (*Bulletin des Sciences mathématiques*, janvier 1894) qu'une fonction méromorphe, ne se réduisant pas au quotient de deux polynomes, ne peut être représentée par un développement de Taylor à coefficients entiers (réels ou complexes). Le but de cette Note est de préciser le plus possible dans quelle mesure un théorème analogue peut être démontré pour les séries de Taylor à coefficients rationnels. Soit

$$(1) \qquad \sum \frac{A_n}{B_n} z^n$$

---

drogène ayant une densité voisine de celle de l'air, particularité qui s'est présentée, paraît-il, dans certaines mines à pétrole.

un tel développement; A_n et B_n sont des entiers (réels ou complexes) premiers entre eux.

» Supposons que l'on ait

$$(\alpha) \qquad |B_n| < M^n,$$

M étant un nombre déterminé. Dans ces conditions, je dis que, *si le developpement* (1) *représente une fonction méromorphe*, B_n *renferme des facteurs premiers dont le module augmente indéfiniment avec n*. En effet, supposons que les B_n ne renferment qu'un nombre limité de facteurs premiers; soit p l'un d'eux et r un entier satisfaisant à la condition

$$|p^r| > M.$$

» Posons

$$z = p^r z';$$

il est manifeste que cette substitution fera disparaître tous les facteurs p figurant dans les B_n. Après un nombre *limité* de substitutions de ce genre, nous serions amené à une série à coefficients entiers.

» On pourrait croire que l'inégalité (α) est purement artificielle et tient au mode de démonstration employé; il en est peut-être ainsi *en partie;* il est facile de montrer par un exemple qu'une inégalité restrictive de ce genre est nécessaire pour que le théorème soit exact. Posons

$$\varphi(z) = 1 + \frac{z}{3} + \frac{z^2}{3^4} + \frac{z^3}{3^9} + \ldots + \frac{z^n}{3^{n^2}} + \ldots;$$

on voit immédiatement que la fonction méromorphe $\frac{1}{\varphi(z)}$ admet un développement suivant les puissances de z, à coefficients *rationnels et n'ayant en dénominateur que le facteur premier* 3.

» Je signale, en terminant, le rapprochement que l'on pourrait établir entre ces propositions et certaines propositions de M. Tchebycheff [1] sur des sujets analogues. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles*. Note de M. **J. Beudon**, présentée par M. Picard.

« **1.** Soit une expression $\varphi(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ dépendant d'une fonction arbitraire d'un seul argument fonction de $x_1, x_2, \ldots, x_n$; on a la propriété

---

(1) *Voir*, par exemple, *Cours autographié* de M. Hermite.

suivante : Le système différentiel dont φ est la solution la plus générale est tel qu'à partir d'un certain ordre p, les dérivées d'ordre $p' \geqq p$, sauf l'une d'entre elles, s'expriment en fonction de cette dernière et des dérivées d'ordre inférieur (¹).

» Je considère alors un système complètement intégrable jouissant de cette propriété, et je me propose de montrer que la méthode de M. Darboux (*Annales de l'École Normale*, 1870) permet de ramener son intégration à l'étude d'équations différentielles ordinaires.

» J'emploierai les notations suivantes :

$$\frac{\partial^k z}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} \ldots \partial x_n^{\alpha_n}} = Z^{(k)}_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}, \qquad \alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n = k.$$

» Γ_n^p = nombre des combinaisons de n lettres p à p.

» Le système donné se compose de $\Gamma_n^p - 1$ équations de la forme

$$(A) \qquad Z^{(p)}_{\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_n} = \Phi_{\beta_1, \beta_2, \beta_n}(x_1, x_2, \ldots, x_n z, \ldots, Z^{(p-1)} Z^{(p)}_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n}).$$

» Aux variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ je substitue les variables $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, y$, me réservant de préciser plus tard le choix de cette nouvelle variable y. J'aurai alors

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial Z^{(k)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n}}{\partial x_i} &= Z^{(k+1)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i + 1, \ldots, \lambda_n} + Z^{(k-1)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i, \ldots, \lambda_n + 1} \frac{\partial x_n}{\partial x_i}, \\ \frac{\partial Z^{(k)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n}}{\partial y} &= Z^{(k+1)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n + 1} \frac{\partial x_n}{\partial x_i}, \end{aligned} \right.$$

$$k = 1, 2, \ldots, p-1, \qquad \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n = k, \qquad i = 1, 2, \ldots, n-1,$$

d'où les conditions d'intégrabilité

$$(2) \qquad \frac{\partial Z^{(k+1)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i + 1, \ldots, \lambda_n}}{\partial y} = \frac{\partial Z^{(k+1)}_{\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n + 1}}{\partial x_i} \frac{\partial x_n}{\partial y} - \frac{\partial Z^{(k+1)}_{\lambda_1, \ldots, \lambda_i, \ldots, \lambda_n + 1}}{\partial y} \frac{\partial x_n}{\partial x_i}.$$

» J'ai supposé que la dérivée $Z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_n}$ était *paramétrique;* je considère, en particulier, parmi les $\Gamma_n^p - 1$ équations données, les suivantes :

$$\begin{aligned} Z^{(p)}_{\alpha_1+1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, \alpha_n - 1} &= \Phi_{\alpha_1+1, \ldots, \alpha_n - 1} \quad (x_1, \ldots, x_n z, \ldots, Z^{(p-1)} Z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_n}), \\ Z^{(p)}_{\alpha_1, \alpha_2+1, \ldots, \alpha_{n-1}, \alpha_n - 1} &= \Phi_{\alpha_1, \alpha_2+1, \ldots, \alpha_n - 1} \quad (x_1, \ldots, x_n z, \ldots, Z^{(p-1)} Z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_n}), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ Z^{(p)}_{\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}+1, \alpha_n - 1} &= \Phi_{\alpha_1, \ldots, \alpha_{n-1}+1 \alpha_n - 1}(x_1, \ldots, x_n z, \ldots, Z^{(p-1)} Z^{(p)}_{\alpha_1, \ldots, \alpha_n}), \end{aligned}$$

(¹) Tresse, *Thèse de Doctorat*, 1893. — Riquier, *Annales de l'École Normale supérieure*, 1893.

et je les différentie par rapport à y. J'obtiens, en tenant compte des conditions d'intégrabilité,

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial Z^{(p)}_{\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n-1,\alpha_n}}{\partial x_i}\frac{\partial x_n}{\partial y} \\ &\quad = \frac{\partial \Phi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n-1}}{\partial x_n}\frac{\partial x_n}{\partial y}+\ldots+\frac{\partial Z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}}{\partial y}\left(\frac{\partial \Phi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n-1}}{\partial Z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}}+\frac{\partial x_n}{\partial x_i}\right) \\ &\qquad\qquad (i=1,\,2,\,\ldots,\,n-1). \end{aligned}\right.$$

» Je choisis maintenant la nouvelle variable y de façon que

$$\frac{\partial x_n}{\partial x_i}+\frac{\partial \Phi_{\alpha_1,\ldots,\alpha_i+1,\ldots,\alpha_n-1}}{\partial Z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}}=0 \qquad (i=1,\,2,\,\ldots,\,n-1),$$

grâce à cette hypothèse, les équations (3) expriment les

$$\frac{\partial Z^{(p)}_{\alpha_1,\ldots,\alpha_n}}{\partial x_i} \qquad (i=1,\,2,\,\ldots,\,n-1),$$

en fonction des dérivées d'ordre inférieur ou égal.

» Différentiant chacune des équations de (A) par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$ successivement, je me trouve en présence d'un nouveau système différentiel définissant x_n, z, $z^{(1)}$, ..., $z^{(p)}$ en fonction de $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$, de telle manière que *toutes* les dérivées du premier ordre des fonctions inconnues sont exprimées au moyen de ces fonctions et des variables indépendantes. M. Lie a montré qu'un tel système s'intègre par des équations différentielles ordinaires; sa solution générale ne renferme que des constantes arbitraires, nous devons les considérer ici comme autant de fonctions inconnues de y, dont quelques-unes d'entre elles seront déterminées par les conditions d'intégrabilité (2).

» 2. On voit de suite que la méthode précédente est applicable aux systèmes généraux définis ci-après :

» Ils définissent ρ fonctions $u_1, u_2, \ldots, u_\rho$ des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et sont composés de ρ groupes d'équations, tels que le groupe de rang i se compose de $\Gamma_n^{p_i-1}$ équations définissant toutes les dérivées d'ordre p_i de u_i sauf $(u_i)^{p_i}_{\alpha_i^{(1)},\alpha_i^{(2)},\ldots,\alpha_i^{(n)}}$ en fonctions de celle-ci, des dérivées d'ordre inférieur de u_i, des fonctions u_{i+1}, ..., u_ρ et de leurs dérivées.

» 3. Des systèmes tels que je les ai définis se rencontrent dans les applications de la théorie des groupes à l'intégration des équations aux dérivées partielles.

» Soit, par exemple, une équation aux dérivées partielles d'ordre n, $f=0$, définissant une fonction z des variables x et y; supposons que cette

équation admette un groupe infini G_{n-1} dont la transformation infinitésimale générale dépend de $n-1$ fonctions arbitraires d'un seul argument $[\varphi_1(u_1), \varphi_2(u_2), \ldots, \varphi_{n-1}(u_{n-1})]$; supposons enfin que le groupe G_{n-1} contienne des sous-groupes $G_{n-1}, G_{n-2}, \ldots, G_2, G_1$ dépendant respectivement de $n-2, n-1, \ldots, 2, 1$ fonctions arbitraires.

» Soient u_1, v_1, w_1 trois invariants différentiels du groupe G_{n-1} convenablement choisis; je considère les équations

$$f = 0, \qquad \varphi_1(u_1, v_1, w_1) = 0;$$

on pourra déterminer φ_1 de façon que $f = 0$, $\varphi_1 = 0$ aient une solution commune; elles en auront de suite une infinité dépendant de $n-1$ fonctions arbitraires; et le système qui définit φ_1 aura aussi une solution générale dépendant d'une fonction arbitraire d'un seul argument.

» J'envisage ensuite le système simultané

$$f = 0, \qquad \varphi_1 = 0,$$

et le groupe G_{n-2}, dont je choisis trois invariants différentiels u_2, v_2, w_2. La détermination de φ_1 étant choisie finie, en écrivant que

$$\varphi_2(u_2, v_2, w_2) = 0$$

a une solution commune avec le système précédent, on obtient un système dont la solution dépend d'une fonction arbitraire d'un seul argument. On opérera ainsi de proche en proche. Voici donc une classe d'équations aux dérivées partielles dont la solution se ramène à l'étude d'équations différentielles ordinaires.

» Il est facile d'obtenir des groupes jouissant des propriétés exigées par nos hypothèses. Il suffit, par exemple, de considérer r transformations infinitésimales en x, y échangeables entre elles, $X_1 f, \ldots, X_r f$; on en déduit un groupe infini renfermant $r+1$ fonctions arbitraires, dont la transformation infinitésimale générale est

$$Z_1(z) X_1 f + Z_2(z) X_2 f + \ldots + Z_r(z) X_r f + Z \frac{\partial f}{\partial z}.$$

» Ces résultats généralisent ceux que j'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie le 22 mai 1894. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la capacité électrostatique des bobines, et son influence dans la mesure des coefficients d'induction par le pont de Wheastone.* Note de M. J. CAURO, présentée par M. A. Cornu.

« Les bobines à double enroulement ont une self-induction négligeable, mais possèdent une capacité qui croît rapidement avec la résistance (c'est-à-dire avec la longueur du fil) et qui, dans certains cas, peut être considérable. Ce fait, découvert par M. Hopkinson, a été mis en évidence par M. Brylinsky et par M. Chaperon : ce dernier a proposé un mode d'enroulement alterné, qui, tout en détruisant la self-induction, donne une capacité beaucoup plus faible. On peut en réaliser d'autres : j'ai obtenu, en particulier, d'excellents résultats, en ayant soin d'enrouler les couches alternées en partant de la même extrémité, où l'on revient chaque fois par un fil rectiligne.

» Pour mesurer ces effets, je me suis servi du pont de Wheastone. Si l'on établit l'équilibre dans l'état permanent, puis dans la période variable (charge ou décharge), on a

$$\frac{a}{b} = \frac{p}{q}, \qquad \frac{a+\alpha}{b+\beta} = \frac{p+\varpi}{q+\varkappa}$$

α, β, ϖ, $\varkappa$ étant les variations fictives de résistance qui correspondent aux forces électromotrices mises en jeu par l'induction et la capacité. On en déduit

$$\alpha = \frac{a}{b}\beta + \frac{a}{p}\varpi - \frac{a}{q}\varkappa.$$

a était une résistance étalon en maillechort construite de façon à avoir une self-induction et une capacité négligeables, p était la bobine à étudier, q une résistance formée par un trait de charbon et sensiblement égale à celle de la bobine, b une résistance prise dans une boîte, plus un fil à curseur qui permettait d'établir l'équilibre. a et b étaient sensiblement égaux et très faibles vis-à-vis de p et q (187 ω au lieu de 10000). Sur a était placé en dérivation un condensateur d'Elliott au $\frac{1}{1000}$ sur lequel on prenait la capacité C convenable pour établir l'équilibre dans l'état variable. Une expérience faite ensuite en remplaçant la bobine et le trait de charbon par des résistances assez faibles montrait que l'effet du rhéostat étalon et de la boîte était négligeable : elle permettait d'ailleurs d'en tenir compte. $\varkappa$ étant nul, β négligeable, $\alpha = \frac{a}{p}\varpi$. Mais $\alpha = -Ca^2$, donc

$$\varpi = -Cap.$$

» Pour multiplier les effets je me servais du commutateur tournant d'Ayrton et Perry, seulement je modifiais légèrement le procédé généralement employé. Au lieu

d'établir l'équilibre dans l'état permanent, je l'établissais en faisant fonctionner le commutateur pour la pile seule, le galvanomètre étant toujours dans le pont, et par conséquent étant parcouru à la fois par les courants de charge et de décharge, dont les actions s'annulent. De la sorte, le courant, dans les diverses résistances, était toujours le même et il n'y avait pas à craindre de déréglage dû à l'échauffement des fils. Au bout d'un certain temps l'état stable était atteint et les mesures présentaient une grande sécurité.

» En comparant des bobines sensiblement identiques, j'ai trouvé que les erreurs dues à la capacité pouvaient devenir considérables dans les bobines à double fil ordinaire; qu'elles étaient beaucoup moindres avec l'enroulement Chaperon, et qu'on les réduisait encore sensiblement en employant l'enroulement que j'ai indiqué.

» Voici les résultats d'une série d'expériences faites avec trois bobines en fil de cuivre arsénical de 17 centièmes de millimètre (¹) :

Bobines.	Résistance.	Nombre de tours.	a.	C.	ϖ conclu.
	ω			♀	
Enroulement double ordinaire..	13287	9380	187	0,72	— 1,79
Enroulement alterné Chaperon.	14770	250 × 38 = 9500	»	0,10	— 0,27
Enroulement alterné nouveau..	14890	» » 9500	»	0,06	— 0,16

» Donc la bobine ordinaire a un coefficient de self-induction négatif $L = -1,79$; en mettant les deux circuits en surface, on n'a que l'induction, puisque les spires les plus voisines sont au même potentiel et on en déduit, en tenant compte de l'induction mutuelle, pour le coefficient L de la bobine entière, $L = 0,13$. C'est-à-dire que, par l'emploi du double enroulement, on a commis une erreur de sens inverse douze fois plus grande que celle que l'on voulait corriger.

» L'enroulement Chaperon possède encore une capacité : c'est cette même capacité que l'on trouvera dans les bobines d'induction à un fil qui n'en diffèrent que par le sens des spires, ce qui ne change rien à la capacité. En réalité, on ne mesure jamais que la différence $L = \Lambda - \Gamma$ entre la self-induction et la capacité; quoique celle-ci soit assez faible, elle peut, quand la résistance augmente, se faire sentir et même devenir prépondérante, de façon que l'on pourra avoir des bobines ayant un coefficient de self-induction négatif.

(¹) Pour être certain que je mesurais des capacités et qu'il n'y avait pas d'effets provenant d'un résidu de self-induction (tenant à ce que les spires de sens contraire pouvaient ne pas se trouver identiques), j'introduisais dans les bobines des noyaux de fer doux. Les résultats n'étaient pas changés.

» C'est ce que j'ai réalisé avec des bobines en maillechort de 4 centièmes, d'une résistance de 66,000 ω environ : j'ai obtenu une self-induction négative.

» En introduisant un noyau de fer doux j'ai augmenté Λ, L est devenu positif et enfin en prenant un faisceau de fils de fer convenable $L = 0$, de sorte que l'on peut, dans certains cas, détruire la self-induction apparente d'une bobine, en employant un noyau de fer. Inversement, en prenant des bobines de 3,000 ω qui avaient une self-induction positive et en les introduisant dans du pétrole, ce qui augmentait Γ, je rendais leur self-induction apparente négative.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai cherché quel était l'ordre de grandeur des erreurs que pouvaient entraîner dans les mesures les capacités des bobines qui constituent les ponts habituellement employés.

» Les bobines sont en maillechort de 1 dixième de millimètre, dont la résistance par mètre est d'environ 37 ω (chiffre moyen).

» J'ai mesuré leur capacité en employant la méthode déjà indiquée : je me suis aussi servi d'un pont dont trois des branches étaient en charbon, la quatrième comprenant les bobines, le rhéostat avec le condensateur. Je remplaçais ensuite les bobines par une résistance en charbon, de façon à avoir l'effet de la self-induction du rhéostat étalon. En appelant ε la self-induction apparente de chacune des bobines des mille, j'ai trouvé $\varepsilon < 10^{-3}$.

» Lorsqu'on mesure un coefficient de self-induction avec le pont par la méthode de Maxwell, au lieu d'avoir au moment de l'équilibre $L - CR^2 = 0$, on a $L - CR^2 = \alpha$ avec

$$\alpha = \frac{a}{b}\beta + \frac{a}{p}\varpi - \frac{a}{q}x.$$

On prend, en général, $p = q = 1000$, $a = b$, donc $\alpha = \beta = n\varepsilon$, n étant le nombre des bobines de mille employées. Pour 10 000 ω, on trouverait $\alpha < 0,01$. Or une ligne télégraphique en fils de cuivre de 3^{mm}, distants de $1^m,50$, aurait, pour une résistance de 10 000 ω une self-induction $L = 14$, c'est-à-dire que l'erreur serait négligeable.

» J'ai employé un pont formé avec des bobines Chaperon, mais dans ces faibles résistances la différence n'est pas sensible.

» *En résumé*, je pense : qu'il ne faut employer les bobines à double enroulement que pour des résistances faibles; si la résistance augmente, on introduit une erreur de capacité qui peut être plus grande que celle que l'on veut éviter. Dans ce cas, il faut avoir recours, pour atténuer les effets, à l'enroulement Chaperon, ou à celui que j'ai réalisé.

» La capacité se fait sentir dans les bobines à enroulement simple : elle peut devenir prépondérante si la résistance est assez grande, de façon à

donner une self-induction apparente négative. Enfin, ces effets de capacité sont négligeables dans les mesures faites avec les ponts de Wheatstone ordinaires; ils n'interviendraient que si l'on avait à mesurer des bobines ayant de faibles coefficients de self-induction avec de fortes résistances. Dans ce cas, les chiffres que j'ai donnés permettraient d'en tenir compte. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure du flux lumineux*. Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. Potier.

« Dans un précédent travail (¹), j'ai indiqué l'intérêt pratique que présente l'introduction dans la Photométrie de la notion de *flux lumineux* (²) et d'une unité correspondante; même au point de vue théorique il paraît, du reste, désirable d'avoir une idée concrète du flux lumineux, indépendamment de la cause qui le produit. Je me propose aujourd'hui de compléter ces considérations par l'indication d'une méthode générale et directe de mesure de ce flux, reposant sur les propriétés de la diffusion par transmission.

» On sait que, lorsqu'un écran diffuseur mince reçoit sur sa face antérieure des rayons lumineux sous un angle d'incidence α, ceux qu'émet sous un angle β un petit élément dS de sa face postérieure présentent une intensité I_β, proportionnelle à la surface d'émission dS, à l'éclairement E de la face antérieure dans la partie correspondante, et à un coefficient $f(\alpha\beta)$, qui dépend de la nature de la substance et des angles α et β : $I_\beta = E\,ds \times f(\alpha\beta)$.

» Certaines substances, qu'on peut appeler *orthotropes* (verre opale de plus de 2^{mm}, papier, etc.), présentent un coefficient f indépendant de l'angle d'incidence α tant que celui-ci ne dépasse pas certaines limites; en outre, leur indicatrice de diffusion est symétrique par rapport à la normale et peut se représenter par une équation de la forme

$$I_\beta = E\,ds(\cos\beta)^n$$

(¹) *La Lumière électrique*, 7 juillet 1794 et *The Electrician*, 28 septembre 1894. *Voir* aussi sur ce sujet les remarques de M. E. Hospitalier (*L'Industrie électrique*, 25 juillet 1874).

(²) Cette expression est employée ici de préférence à celle de *quantité de lumière* que nous a léguée le siècle dernier, dans le but de rétablir l'harmonie entre cette terminologie et celle qu'on emploie dans l'étude de la chaleur rayonnante, et de conserver les analogies intéressantes qui existent entre le flux lumineux et le flux magnétique.

dans laquelle l'exposant n est compris entre 1 et 2; tant que β ne dépasse pas quelques degrés, on peut donc admettre, sans erreur sensible pour I_β, la valeur I_0 mesurée suivant la normale [1].

» Cela posé, je projette, par un procédé convenable, variable suivant les applications, tout le flux à mesurer Φ sur un écran diffuseur orthotrope plan G (*fig.* 1), et je place de l'autre côté un photomètre P dans une position et à une distance telles que les angles β et β' maxima restent très faibles pour tous les rayons que le photomètre P reçoit des divers points de la tache éclairée de l'écran S. L'éclairement E' ainsi produit par celle-ci a pour valeur l'intégrale

$$E' = \int_S \frac{E\, dS\, f(\beta)}{\rho^2} = \frac{1}{l^2}\int_S E\, dS\, f(\beta)\cos^2\beta.$$

Plus généralement nous supposerons que le photomètre et la tache sont disposés de façon que les variations de β soient très faibles d'un point à l'autre de celle-ci; alors on peut remplacer le produit $f(\beta)\cos^2\beta$ par sa valeur *moyenne*, que j'appellerai K. On égalise cet éclairement E' à celui produit par une source de comparaison I' que l'on amène à la distance convenable l' en supposant qu'il s'agit d'un photomètre Bunsen [2]. On a alors l'égalité

$$\frac{I'}{l'^2} = \frac{K}{l^2}\int_S E_1\, dS = \frac{K\Phi}{l^2};$$

d'où l'on déduit Φ en fonction des autres quantités. Le flux est donc déterminé par la mesure photométrique, tout comme s'il s'agissait d'une source ordinaire à photométrer; le seul coefficient ajouté ici est K. Pour l'éliminer, on doit commencer par tarer, dans une expérience préliminaire, l'écran, par exemple en comparant son *éclat apparent* à l'*éclairement* qu'il reçoit. Lorsqu'il s'agit seulement de comparer des flux, cette constante K s'élimine d'elle-même. Il est facile également de déterminer une limite supérieure de l'erreur admise en supposant $f(\beta)\cos^2\beta$ constant, d'après la forme de l'indicatrice et la forme de la tache lumineuse [3].

---

(1) Ces propriétés sont utilisées dans les photomètres à diffuser (Crova, Mascart, Weber, etc.), mais seulement pour la mesure des intensités ou des éclairements. *Voir*, en particulier, dans les *Annales de Physique et de Chimie*, le travail de M. Crova sur son photomètre à diffusion.

(2) On peut employer les divers types de photomètres, mais de préférence ceux qui servent aux mesures d'éclairement.

(3) Supposons, par exemple, que la tache ait une forme circulaire de diamètre d, et

» La *fig.* 1 représente schématiquement l'application de la méthode à la mesure du flux d'un projecteur M, éclairé par un arc électrique A, dont un petit écran B empêche les rayons directs de tomber sur l'écran dif-

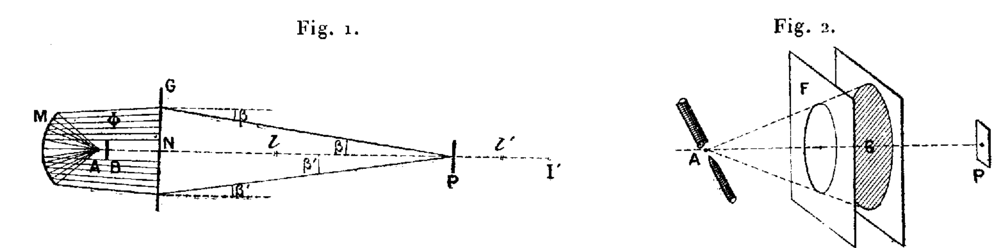


Fig. 1. Fig. 2.

fuseur. La *fig.* 2 représente une autre application à la mesure du flux émis par une lampe à arc oblique dans un angle solide inférieur à 140°. On peut alors recevoir directement le flux sur l'écran G, où il est limité, dans ce cas, par une plaque de tôle F placée en avant et percée d'une ouverture circulaire de diamètre approprié. En déplaçant celle-ci, on peut faire varier l'angle solide du flux mesuré.

» Si l'on compare les mesures faites suivant les schémas 1 et 2 avec une même lampe et un même angle solide, on peut en déduire la perte de lumière produite par un projecteur.

» Enfin, si l'ouverture angulaire du projecteur (*fig.* 1) a été choisie égale à 2π, c'est-à-dire si l'on place la source de lumière dans le plan même de l'ouverture du projecteur, celui-ci recueille le demi-flux de la source, et deux mesures suffisent, par conséquent, pour connaître le flux total et, par suite, l'intensité moyenne sphérique. Je reviendrai, dans une prochaine Note, sur cette importante application, en même temps que je décrirai l'appareil qui la réalise pratiquement. J'indiquerai dans un travail spécial les mesures relatives aux deux premières applications, et qui, sans

---

que l'on emploie un écran en papier pour lequel $f(\beta) = A\cos^2\beta$ sensiblement. On pourra se contenter de prendre $K = A$, et l'erreur commise sera certainement inférieure à $1 - \cos^4\beta$, en posant $\tang\beta = \frac{d}{l}$. On trouve ainsi que, pour avoir une précision assurée de 1 pour 100 (en réalité, elle sera plus grande) relativement à l'effet de l'écran, il suffit de faire $\beta < 4°$ ou $l > 7{,}5d$.

Plus généralement, lorsque la tache est annulaire et a pour diamètres intérieur d, extérieur d' et moyen d_0, il suffit que les angles β correspondants satisfassent aux relations

$$\cos^4\beta - \cos^4\beta_0 < \varepsilon, \qquad \cos^4\beta' - \cos^4\beta_0 < \varepsilon,$$

ε étant l'erreur relative admise.

l'emploi de cette méthode, eussent présenté des difficultés presque insurmontables. »

OPTIQUE. — *Sur le passage de la lumière à travers une lame mince dans le cas de la réflexion totale.* Note de M. **Ch. Fabry**, présentée par M. Mascart.

« Si l'on applique l'une sur l'autre les faces hypoténuses de deux prismes dont l'une est légèrement convexe, et qu'on observe dans une direction qui correspond à la réflexion totale, l'appareil présente une tache transparente, qui n'a pas lieu seulement au point de contact des deux verres, mais s'étend aux points voisins, où les surfaces sont séparées par une certaine épaisseur d'air, qui peut aller jusqu'à plusieurs longueurs d'onde.

» La tache est sombre si l'on observe par réflexion.

» Ce phénomène, observé par Newton et Fresnel, a été étudié très complètement par Quincke ([1]); plusieurs hypothèses ont été émises pour l'expliquer, mais aucune formule n'a été donnée pour rendre compte numériquement des résultats des expériences.

» Je me propose de montrer que les formules ordinaires des lames minces s'appliquent *sans modification* à ce cas.

» Soit une lame mince d'épaisseur e et d'indice ν, isolée dans un milieu plus réfringent. Soit n l'indice de ce milieu par rapport à la lame mince ($n > 1$). Sur cette lame tombe une onde d'intensité 1 et de longueur d'onde λ, polarisée dans le plan d'incidence. Soit i l'angle d'incidence, que nous supposerons d'abord inférieur à l'angle limite; l'angle r de réfraction dans la lame mince sera donné par

$$(1) \qquad \sin r = n \sin i.$$

» En tenant compte des réflexions multiples, l'onde transmise aura pour intensité ([2])

$$(2) \qquad \mathrm{I} = \frac{1}{1 + \frac{4h^2}{(1-h^2)^2}\sin^2\frac{\delta}{2}},$$

h, facteur de réflexion, et δ, différence de phase entre les ondes réfléchies

---

([1]) Quincke, *Pogg. Ann.*, t. CXXVII, p. 1 et 199; 1866.

([2]) *Voir* Mascart, *Traité d'Optique*, t. II, p. 510.

sur les deux faces, étant ainsi définis :

(3) $$h = \frac{\sin(r - i)}{\sin(r + i)};$$

(4) $$\frac{\delta}{2} = \frac{2\pi\nu e}{\lambda} \cos r.$$

» Supposons maintenant que l'angle i devienne supérieur à l'angle limite, r, h et δ deviennent imaginaires. Malgré cela, I *reste réel*. En effet, si l'on pose

(5) $$\operatorname{tang} \frac{\alpha}{2} = \frac{\sqrt{n^2 \sin^2 i - 1}}{n \cos i},$$

α est réel dans le cas actuel, et la valeur de h peut s'écrire

$$h = e^{-\alpha\sqrt{-1}};$$

on en déduit

$$\frac{4h^2}{(1 - h^2)^2} = \frac{-1}{\sin^2 \alpha}.$$

» Quant à $\frac{\delta}{2}$, il devient

$$\frac{\delta}{2} = \frac{2\pi\nu e}{\lambda} \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \sqrt{-1},$$

d'où

$$\sin^2 \frac{\delta}{2} = -\,\mathrm{SH}^2 \left(\frac{2\pi\nu e}{\lambda} \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \right).$$

» Substituant dans l'expression de I, il vient ([1])

(A) $$\mathrm{I} = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sin^2 \alpha} \mathrm{SH}^2 \left(\frac{2\pi\nu e}{\lambda} \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \right)}.$$

» Pour la lumière polarisée dans le deuxième azimut principal, un calcul analogue donnerait

(A') $$\mathrm{I}' = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sin^2 \beta} \mathrm{SH}^2 \left(\frac{2\pi\nu e}{\lambda} \sqrt{n^2 \sin^2 i - 1} \right)},$$

β étant défini par

(5') $$\operatorname{tang} \frac{\beta}{2} = \frac{n\sqrt{n^2 \sin^2 i - 1}}{\cos i}\; n^2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}.$$

» Les intensités des ondes réfléchies seront $1 - \mathrm{I}$ et $1 - \mathrm{I}'$.

([1]) Les fonctions SH et CH (sinus et cosinus hyperboliques) sont ainsi définies

$$\mathrm{SH}\, x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \qquad \mathrm{CH}\, x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}.$$

» Enfin, si la lumière incidente est polarisée dans un azimut quelconque, les vibrations transmise et réfléchie sont elliptiques.

» La différence de φ entre les deux composantes principales a la même valeur dans les deux cas; elle est donnée par l'équation

$$\operatorname{tang}\varphi = \operatorname{tang}(\alpha-\beta)\,\frac{\mathrm{SH}\left(\frac{2\pi\nu e}{\lambda}\sqrt{n^2\sin^2 i - 1}\right)}{\mathrm{CH}\left(\frac{2\pi\nu e}{\lambda}\sqrt{n^2\sin^2 i - 1}\right) - \frac{\cos(\alpha+\beta)}{\cos(\alpha-\beta)}}.$$

» Les équations A, A′ et B rendent compte de tous les phénomènes observés par Quincke.

» 1° I et I′ tendent rapidement vers zéro lorsque e augmente, sans passer par des maxima ni des minima; on n'observera pas les vives couleurs des anneaux de Newton en lumière blanche [1].

» L'épaisseur de la lame mince n'entre dans les équations que par le rapport $\frac{e}{\lambda}$. L'épaisseur qui donne lieu à un phénomène donné est proportionnelle à la longueur d'onde. Si la lumière incidente est blanche, la tache par transmission, blanche au centre, sera bordée de rouge.

» 2° I et I′ décroissent à mesure que i augmente. Le diamètre de la tache ira en décroissant lorsque l'on augmentera l'incidence [2].

» 3° I et I′ sont en général différents; si la lumière incidente est naturelle la lumière transmise sera partiellement polarisée. Faisons croître l'incidence à partir de l'incidence limite : α et β croissent à partir de zéro, et $\beta > \lambda$; par suite, $\sin^2\beta > \sin^2\alpha$ et $\mathrm{I}' > \mathrm{I}$. On aura une polarisation partielle dans le second azimut. Mais $\alpha+\beta$ croît constamment. On trouve une incidence pour laquelle $\alpha+\beta=\pi$; alors $\sin^2\beta=\sin^2\alpha$, $\mathrm{I}=\mathrm{I}'$ et la lumière émergente est naturelle. Cela arrive lorsque $\sin^2 i = \frac{2}{n^2+1}$. C'est précisément l'incidence pour laquelle la différence de phase, entre les deux composantes de la lumière réfléchie totalement, prend la plus grande valeur. Au delà de cette incidence, I′ devient inférieur à I, et la polarisation partielle a lieu dans le plan d'incidence.

---

(1) Voir Poincaré, *Théorie mathématique de la lumière,* t. I, p. 343 et t. II, p. 82.

(2) D'après Quincke, lorsque l'incidence croît à partir de l'angle limite, la tache commence par s'accroître, et prend un diamètre maximum pour une incidence qui dépasse de quelques minutes l'angle limite. Je n'ai pas réussi à observer ce phénomène. Il faut remarquer qu'au voisinage de l'incidence limite la tache est moins nettement limitée que pour les incidences plus obliques, I tendant moins rapidement vers zéro lorsque e augmente.

» 4° La différence de phase entre les deux composantes principales est la même pour la lumière transmise et pour la lumière réfléchie. Elle est nulle au centre de la tache ($e = 0$) et tend rapidement, lorsque e augmente, vers la limite $\varphi = \alpha - \beta$. C'est précisément la différence de phase qui existe entre les deux composantes de la lumière réfléchie totalement. Nous retrouvons ainsi par une autre voie la formule connue de Fresnel.

» Il y a de plus concordance satisfaisante entre les résultats numériques trouvés par Quincke et ceux que donnent nos équations. Des formules analogues, mais un peu plus compliquées, rendent compte de ce qui se passe lorsque les trois milieux sont différents.

» En résumé, les formules des lames minces s'appliquent sans modification au cas où l'angle d'incidence est supérieur à l'angle limite, et, sans rien indiquer sur la nature intime du phénomène, rendent compte de toutes ses particularités. »

PHYSIQUE. — *Sur l'abaissement du point de congélation des dissolutions étendues de chlorure de sodium.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Communication du 30 avril 1894, j'ai donné le principe d'une nouvelle méthode pour déterminer le point de congélation d'une dissolution saline aqueuse; j'ai aussi décrit l'appareil que j'ai construit pour l'application de cette méthode et indiqué la série des opérations à faire pour obtenir l'abaissement du point de congélation. Mes premières recherches ont eu pour but la comparaison des résultats de ma méthode à ceux qu'on obtient dans la méthode usuelle : j'ai étudié pour cela les dissolutions étendues de NaCl.

» Avec un thermomètre sur lequel je pouvais lire le $\frac{1}{2000}$ de degré j'ai fait plusieurs séries d'expériences où les abaissements du point de congélation étaient inférieurs à 0°,1; le même thermomètre m'a servi jusqu'à −1°,5. Avec un autre thermomètre au $\frac{1}{600}$ de degré j'ai opéré de −0°,5 à −4°. Les résultats obtenus avec l'un et l'autre thermomètres ont été concordants : la Table ci-dessous reproduit une partie de mes résultats.

» En A se trouvent les abaissements, la colonne B donne la concentration exprimée par le nombre de grammes de sel dans 100gr de dissolution, la colonne C l'abaissement produit par 1 molécule dans 100gr de dissolution, la colonne D l'abaissement produit par 1 molécule dissoute dans 100gr d'eau [1].

[1] La colonne E contient, pour les observations comprises entre 0° et −0°,1 la

A.	B.	C.	D.	E.
0°,0092	0gr,0156	34,63	»	+0°,0001
0,0123	0,0210	34,29	»	0
0,0266	0,0463	33,64	»	−0,0004
0,0307	0,0534	33,63	»	−0,0005
0,0339	0,0578	34,17	»	−0,0001
0,0353	0,0612	33,72	»	−0,0005
0,0383	0,0658	34,03	»	−0,0002
0,0465	0,0793	34,31	»	+0,0001
0,0512	0,0875	34,20	»	−0,0001
0,0583	0,0950	34,56	»	+0,0005
0,454	0,774	34,27	34,06	»
0,618	1,054	34,31	33,95	»
0,688	1,173	34,33	33,93	»
0,765	1,305	34,32	33,87	»
0,779	1,327	34,32	33,86	»
1,067	1,815	34,41	33,78	»
1,098	1,867	34,42	33,78	»
1,220	2,071	34,47	33,77	»
1,221	2,073	34,47	33,75	»
1,475	2,498	34,55	33,69	»
1,642	2,771	34,67	33,71	»
2,068	3,471	34,83	33,62	»
2,536	4,225	35,12	33,63	»
2,838	4,700	35,32	33,66	»
2,923	4,825	35,44	33,73	»
3,145	5,151	35,71	33,87	»

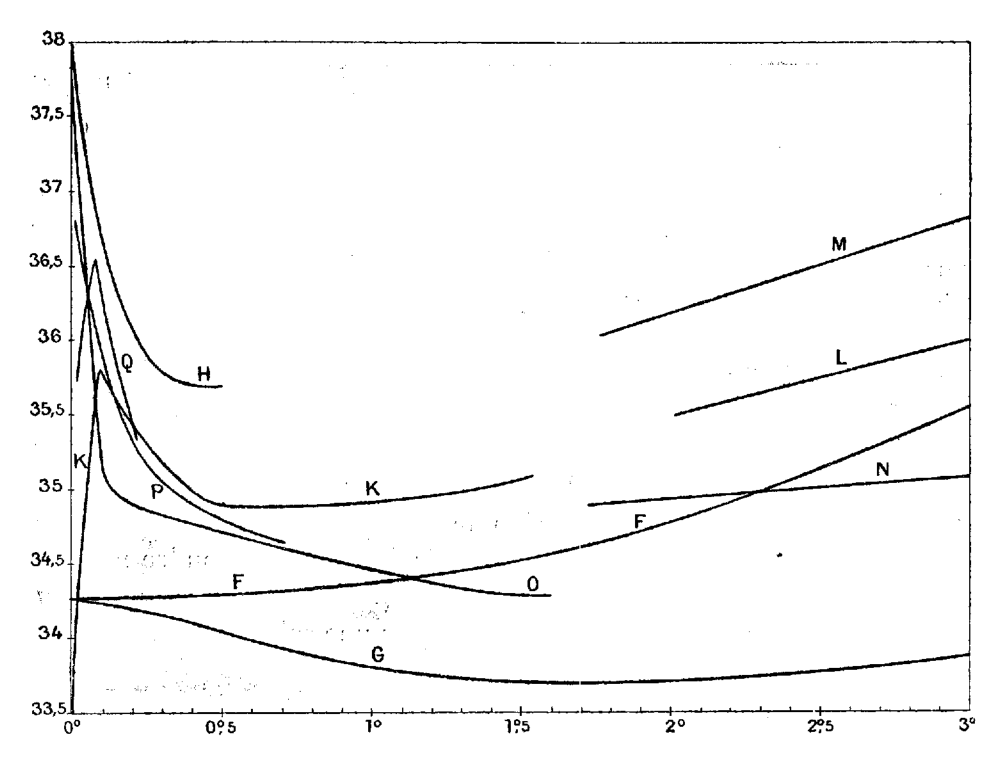
» Dans le graphique ci-après, la courbe F représente les résultats de la colonne C en fonction de l'abaissement observé; la courbe G, ceux de la colonne D Les autres donnent l'abaissement produit par 1 molécule dans 100gr de dissolution et calculé d'après les observations d'Arrhénius (H), de Pickering (K), de M. Raoult (L), de Rüdorff (M), de De Coppet (N), de Jones (O), de Loomis (P) et de Nernst et Abegg (Q).

» La comparaison de ces résultats montre que les abaissements que j'ai observés sont plus petits que les autres : cela tient surtout à ce que, dans la méthode usuelle, on lit la température de congélation non quand l'équilibre est établi entre la glace et la dissolution, mais lorsque la chaleur cédée au thermomètre par suite de la formation de la glace n'est plus su-

---

différence entre l'abaissement observé et l'abaissement calculé en admettant que l'abaissement moléculaire est constant dans cet intervalle et égal à 34,28, nombre obtenu par la méthode des moindres carrés.

périeure à celle enlevée par le rayonnement. Dans les six séries d'expériences que j'ai faites entre 0° et —0°,1 je n'ai jamais obtenu de résultats semblables à ceux de Jones, Arrhénius, Loomis, Pickering, et je n'admets pas les conclusions de ces savants relativement à la dissociation du NaCl



ou à la formation d'hydrates; j'ai toujours observé que l'abaissement était proportionnel au poids du sel existant dans 100gr de dissolution. Ce résultat m'a été confirmé par ceux que j'ai obtenus à des températures plus basses; on voit en effet que la courbe F vers l'origine se rapproche d'une ligne droite perpendiculaire à l'axe des ordonnées.

» Les dissolutions de KCl, KBr m'ont donné des résultats semblables à ceux des dissolutions de NaCl : « A la limite il y a proportionnalité entre l'abaissement du point de congélation et le nombre de grammes ou de molécules de sel existant dans 100gr de dissolution. » Je montrerai d'ailleurs que ce fait est en parfait accord avec les lois de la pression osmotique (1). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfure d'or.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Troost.

« L'action d'un courant d'hydrogène sulfuré sur une dissolution étendue de chlorure d'or varie suivant les circonstances : si la liqueur est neutre, les premières bulles de gaz sulfuré y déterminent une coloration brune qui s'accentue à mesure que le courant passe, et, quand elle est saturée, elle n'a donné lieu à aucun dépôt de sulfure métallique : le liquide est brun foncé, transparent, traverse les filtres sans rien perdre de sa couleur; mais, abandonné à lui-même dans un vase fermé et à la température ordinaire, il se modifie lentement; le sulfure d'or se transforme, au bout de 24 heures ou d'un temps plus long, la liqueur encore très foncée se décolore quand on la filtre, ou, si on la laisse en repos, elle dépose lentement du sulfure d'or gélatineux qui, agité avec de l'eau, y demeure longtemps en suspension en formant une liqueur colorée. L'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique à la dissolution foncée qui traverse les filtres, ou à celle qui retient en suspension le précipité gélatineux, détermine rapidement le dépôt du sulfure d'or sous la forme d'une poudre noire, et la liqueur devient incolore; on arrive immédiatement à ce résultat, quand on dirige un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution acide de chlorure d'or.

» Le sulfure d'or peut donc présenter des aspects très divers, depuis la matière soluble produite dans une liqueur neutre, ou obtenue comme l'a fait Schneider en dialysant une solution de cyanure d'or dans le cyanure de potassium saturée d'hydrogène sulfuré [*D. chem. Gesell.*, XXIV, p. 2241], jusqu'au sulfure noir, dense et insoluble dans l'eau. Ce sulfure, mis en contact avec un sulfure alcalin, donne lieu à des réactions de plusieurs espèces.

» Si l'on ajoute peu à peu du monosulfure de sodium à du sulfure d'or, noir, insoluble, il se dissout graduellement et un excès de sulfure alcalin donne une liqueur rouge orangé, présentant l'odeur particulière aux solutions de persulfures alcalins. Cette dissolution, lentement évaporée dans le vide, dépose des agrégats de cristaux, formés par des aiguilles incolores et transparentes rayonnant autour d'un point; bien séchées sur de la porcelaine poreuse, leur composition peut être représentée par la formule $Au^2S, 2Na^2S, 20H^2O$. Ces cristaux noircissent à la surface sous

l'action des substances organiques; ils sont très solubles dans l'eau en donnant une liqueur incolore dans laquelle les acides étendus forment immédiatement un dépôt de sulfure d'or.

» Si le sulfure alcalin n'est qu'en très faible excès, on obtient une liqueur jaune orangé, qui dépose dans le vide des aiguilles fines du sulfure double $Au^2S, Na^2S, 10H^2O$ et l'eau-mère, évaporée davantage, donne lieu à une dissolution sursaturée, qui tantôt se prend en masse, tantôt dépose des petits prismes, courts, déliquescents, ne renfermant pas d'or; très solubles dans l'eau, ils donnent une liqueur jaune dans laquelle les acides étendus produisent un abondant dépôt de soufre; ils sont formés par le bisulfure hydraté $Na^2S^2, 8H^2O$.

» Ainsi, au contact de monosulfure de sodium en excès, le sulfure d'or passe à l'état de sulfure aureux Au^2S, qui s'unit au sulfure alcalin pour faire des sulfures doubles solubles dans l'eau sans décomposition, tandis que le soufre, mis en liberté, donne lieu à la formation de bisulfure de sodium.

» Il en est autrement, quand c'est le sulfure d'or qui est en excès : il s'en dissout une certaine quantité, puis, la portion non dissoute diminue de volume, change de couleur, et, au bout de quelques jours, elle est transformée en une poudre dense, terne, jaune-verdâtre, formée de très petits cristaux, accolés les uns aux autres et opaques ; cette matière ne renferme pas de soufre, c'est de l'or pur, cristallisé par voie humide. La faible proportion de sulfure alcalin, mise au contact de l'excès de sulfure d'or, a formé d'abord un sulfure double et du bisulfure de sodium ; celui-ci a continué à enlever du soufre au sulfure d'or, en mettant le métal en liberté, jusqu'à ce que le persulfure alcalin soit saturé de soufre ; enfin le sulfure double, au contact de l'excès de sulfure d'or, se décompose à son tour et se change en persulfure alcalin tout en déposant du sulfure aureux. Si, quand tout le sulfure alcalin est saturé de soufre, il reste encore du sulfure d'or non décomposé, il n'éprouve plus de modification d'aucune espèce, le persulfure alcalin étant sans action sur lui.

» Le sulfure d'or ne se dissout, en effet, pas sensiblement dans une dissolution de sulfure de sodium saturée de soufre ; d'autre part, une solution de sulfure d'or dans le monosulfure alcalin en excès, étant additionnée de fragments de soufre, donne lieu à la formation d'un dépôt de sulfure noir, qui augmente à mesure que le soufre se dissout, et quand la liqueur en est saturée, elle ne contient plus que des traces d'or. Enfin, l'or mis en liberté ne peut donner lieu à aucune réaction inverse, car des feuilles

d'or, abandonnées pendant dix-huit mois au contact d'une solution de sulfure de sodium saturée de soufre, à la température ordinaire et en tube scellé, ne sont pas altérées par cette liqueur.

» Quand on remplace le sulfure de sodium par celui de potassium, on observe des faits analogues; mais le sulfure de potassium, beaucoup plus soluble dans l'eau que celui de sodium, donne naissance à des sels doubles, bien plus solubles, eux aussi, que ceux formés avec le sodium et plus difficiles à isoler purs. Lorsqu'on dissout du sulfure d'or dans un très léger excès de sulfure de potassium, on obtient le plus souvent un résidu d'or métallique, qu'on opère à froid ou à la température de 30° à 40°; la liqueur filtrée, évaporée dans le vide, se concentre jusqu'à devenir un épais sirop rouge duquel se déposent enfin des cristaux, qu'on peut débarrasser de leur eau-mère en les déposant sur une plaque de porcelaine bien sèche et à l'abri de l'humidité : ce sont des aiguilles jaune d'or, déliquescentes, attirant avec rapidité la vapeur d'eau atmosphérique, et très solubles dans l'eau, qu'elles colorent en jaune; la lumière leur fait subir une altérations uperficielle, qui les rend grises à la surface, et leur composition peut être représentée par la formule $Au^2S, 4K^2S^2, 12H^2O$. Quant à l'eau-mère, elle se prend en masse quand on la concentre dans le vide, et il ne s'en sépare pas d'autre composé défini.

» Enfin, le monosulfure de potassium, mis en contact avec un excès de sulfure d'or, lui enlève du soufre et sépare de l'or métallique; les choses se passent tout à fait comme avec le sulfure de sodium; et le sulfure de potassium, saturé de soufre, est, aussi bien que celui de sodium, dénué d'action à froid, et sur le sulfure d'or, et sur l'or que l'on maintient en contact avec lui. »

CHIMIE. — *Sur une méthode pour déterminer la cristallisation des précipités. — Sulfures de zinc et de manganèse, hydrate d'oxyde de cuivre.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons montré précédemment (p. 188) que la vitesse de transformation et la température de transformation du sulfure de zinc amorphe dépendent, non seulement de la composition du milieu dans lequel on a produit la précipitation du sulfure, mais encore des variations éprouvées par ce milieu après cette précipitation. Tandis qu'un abaissement de température retarde cette transformation, toute cause qui peut produire un

effet comparable à une diminution de la dilution des liqueurs exerce une action inverse et détermine un abaissement de la température de transformation.

» Nous avons pensé que la congélation complète du dissolvant, pouvant être comparée à une concentration poussée aussi loin que possible, devait permettre d'obtenir les précipités amorphes à l'état cristallisé, ou, tout au moins, dans un état de condensation plus élevé, malgré l'influence en sens inverse d'un abaissement de température; de faibles variations du milieu ambiant pouvant entraîner une variation de plus de 100 degrés de la température de transformation.

» Cette méthode paraît être d'une application assez générale et permet de déterminer facilement, par l'action du froid, des transformations qui peuvent être produites aussi par une élévation de température, quelquefois très considérable. Peut-être ces transformations doivent-elles être attribuées à une cause différente, à la compression exercée par la dilatation de la glace qui emprisonne les précipités; on constate en effet, après la congélation complète du liquide, qui se produit de l'extérieur à l'intérieur, que le précipité a été réuni dans la partie centrale du bloc de glace, où il a dû certainement subir une pression considérable. Nous nous proposons de rechercher quelle est la cause véritable des transformations ainsi observées et nous nous bornerons aujourd'hui à en donner trois premiers exemples.

» *Sulfure de zinc.* — Si l'on congèle complètement le liquide alcalin contenant en suspension le sulfure de zinc amorphe dont on a précipité ce dernier, et que l'on prolonge pendant quelques heures l'action du froid, on constate, si la liqueur est diluée et faiblement alcaline, qu'après fusion de la glace, le sulfure de zinc n'est plus du sulfure amorphe, et qu'il ne se redissout plus, comme avant la congélation, sous l'action d'un courant prolongé d'hydrogène sulfuré (pourvu que le volume du liquide par rapport au précipité ne soit pas trop considérable).

» On peut ainsi transformer par la congélation un précipité de sulfure de zinc, même dans des milieux tels que la température de transformation soit supérieure à 100°.

» *Sulfure de manganèse.* — Une observation analogue a été faite, il y a trente ans, par Geuther, sur la transformation du sulfure de manganèse rose en sulfure vert (*Jenaische Zeitsch. f. Med. u. Natur.*, II, p. 127), et, bien qu'elle ait été contredite depuis, nous en avons constaté l'exactitude. Pour réussir cette expérience, il faut se placer dans des conditions ana-

logues à celles dans lesquelles se produit le plus facilement la transformation du sulfure de zinc. On doit prendre une solution d'un sel de manganèse, de chlorure par exemple, très diluée, afin que la congélation soit aussi complète que possible, et la précipiter par un très léger excès de sulfhydrate d'ammoniaque. Le liquide étant congelé et maintenu à quelques degrés au-dessous de zéro, la transformation se produit d'une manière complète du jour au lendemain.

» Nous ferons remarquer que, dans les mêmes milieux, la même transformation obtenue ainsi à quelques degrés au-dessous de zéro ne peut être produite par l'action de la chaleur qu'à une température supérieure à 300°.

» *Hydrate d'oxyde de cuivre.* — On connaît l'oxyde de cuivre hydraté sous plusieurs états. Précipité par un alcali d'une dissolution d'un sel de cuivre tel que le sulfate, il est amorphe, d'une couleur bleue légèrement mélangée de vert, et assez instable. Dans des conditions qui ont été étudiées par plusieurs auteurs et surtout par M. D. Tommasi (*Bull. de la Soc. chim.*, 1882, t. XXXVII, p. 197), et sur lesquelles nous reviendrons, il se transforme en oxyde noir.

» Mais l'oxyde bleu et l'oxyde noir peuvent eux-mêmes exister sous plusieurs états représentant des condensations différentes. Nous étudierons plus tard les conditions dans lesquelles se produisent ces transformations successives, conditions qui sont semblables à celles que nous avons trouvées dans l'étude du sulfure de zinc. Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer une transformation du sulfure de cuivre bleu, que l'on peut déterminer par la méthode précédente.

» M. Peligot (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. LXIII, p. 347; 1861) a déjà obtenu, en précipitant par l'eau ou par un alcali, dans certaines conditions, certains sels de cuivre ammoniacaux, un oxyde de cuivre CuOHO, différant de l'oxyde bleu ordinaire par son état cristallisé, sa belle coloration bleu turquoise et sa très grande stabilité, qui le rendent propre à des applications industrielles.

» Ce corps peut être préparé très facilement par la transformation de l'hydrate ordinaire. Si, en effet, on prépare ce dernier à froid, en précipitant une solution peu concentrée de sulfate de cuivre par un léger excès de soude, et lavant le précipité avec de l'eau glacée, l'oxyde ainsi obtenu se présente au microscope sous l'aspect d'une masse complètement amorphe n'exerçant aucune action sur la lumière polarisée. Si l'on congèle le liquide qui contient en suspension le précipité, et si l'on maintient la tem-

pérature au-dessous de zéro, on constate qu'au bout de deux heures, la cristallisation du précipité est très avancée, et l'action sur la lumière polarisée très manifeste. Après plusieurs heures, la transformation est complète et le précipité amorphe s'est transformé en petits cristaux denses, d'une belle couleur bleue présentant la composition et tous les caractères de l'oxyde obtenu par M. Peligot.

» Il est probable que certaines espèces minérales cristallisées ont dû être ainsi produites par l'action du froid. Nous retrouverons dans un grand nombre de cas, des résultats semblables dans le courant de ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonigine; dimorphisme d'un composé présentant le pouvoir rotatoire moléculaire spécifique.* Note de MM. **E. Jungfleisch** et **E. Léger**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. En poursuivant nos recherches sur les isoméries de la cinchonine, nous avons observé un fait d'un intérêt plus général. Nous avons constaté, en effet, que la cinchonigine, l'une des bases décrites par nous antérieurement (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 357), est dimorphe. Si l'on néglige le tartrate acide de strontiane qui se détruit dans les dissolutions, elle fournit le premier exemple d'un corps dimorphe possédant le pouvoir rotatoire moléculaire spécifique. Comme nous avons indiqué des modes de préparation qui permettent de produire facilement cette substance, elle se prêtera aux recherches que doit provoquer la coexistence des deux caractères physiques précités. Nous nous proposons seulement ici de préciser les circonstances dans lesquelles se produit ce cas de dimorphisme très particulier.

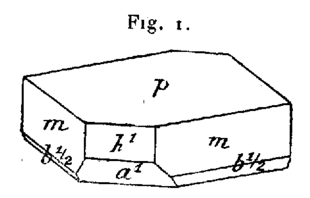
» II. La cinchonigine ne cristallise aisément que dans ses dissolutions éthérées bien desséchées.

» D'une liqueur éthérée humide, la base ne se sépare le plus souvent, par l'évaporation spontanée du dissolvant, que sous la forme d'une huile épaisse; parfois il se produit un hydrate de cinchonigine dont il sera parlé plus loin et qui, constituant de beaux cristaux ayant à peu près l'apparence des précédents, pourrait être confondu avec eux. L'évaporation lente, opérée à froid, de la solution éthérée, desséchée par contact prolongé avec la potasse caustique solide, donne régulièrement les cristaux anhydres obtenus par nous autrefois et dont M. Wyrouboff a bien voulu faire l'étude cristallographique. Leur forme est clinorhombique (*fig.* 1); elle sera décrite ailleurs.

» Une solution éthérée sèche, saturée au voisinage de son point d'ébullition, donne

par refroidissement les mêmes cristaux clinorhombiques quand on amorce sa cristallisation avec un des cristaux clinorhombiques obtenus à froid. Si la solution est assez fortement chargée pour qu'elle cristallise étant encore chaude, et si on la préserve du

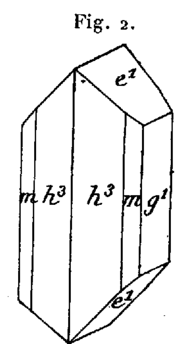
Fig. 1.



Cinchonigine clinorhombique.

contact des cristaux clinorhombiques de cinchonigine, elle dépose spontanément de fort beaux cristaux présentant une autre forme que les précédents. M. Wyrouboff les a trouvés orthorhombiques (*fig.* 2).

Fig. 2.



Cinchonigine orthorhombique.

» III. La multiplicité des isomères de la cinchonine et surtout la facilité avec laquelle ces isomères se mélangent dans les cristallisations, nous imposaient l'obligation d'établir qu'il s'agit bien ici de dimorphisme. Les expériences suivantes ne laissent aucun doute sur ce point.

» Si l'on évapore lentement, à froid, la moitié d'une solution de cinchonigine dans l'éther sec, en ajoutant un cristal clinorhombique, elle donne jusqu'à la fin des cristaux clinorhombiques. L'autre moitié, soumise à des concentrations successives, séparées par des cristallisations opérées à chaud en ajoutant un cristal orthorhombique, dépose jusqu'à la fin des cristaux orthorhombiques.

» Quand, dans une cristallisation orthorhombique bien refroidie, on laisse tomber un cristal clinorhombique, les cristaux orthorhombiques se dissolvent peu à peu et sont remplacés par des cristaux clinorhombiques; finalement, ceux-ci subsistent seuls. Inversement, quand on enferme dans des tubes scellés des cristaux clinorhombiques, baignés d'éther sec et saturé de cinchonigine, avec un cristal orthorhombique, puis qu'on maintient les tubes à 45°-50° pendant quelques heures, on trouve, après refroidissement, que les cristaux clinorhombiques ont disparu complètement et ont été remplacés par des cristaux orthorhombiques.

» La cinchonigine des cristaux orthorhombiques et celle des clinorhombiques, observées sous forme de chlorhydrate, ont le même pouvoir rotatoire; dans les deux cas, les points de fusion sont tellement voisins de 129°, qu'il n'est pas possible de les distinguer. En outre, nous n'avons pu relever aucune différence entre les sels produits par les deux sortes de cristaux, non plus qu'entre les dérivés alkylés. Cette dernière constatation aurait été superflue après ce qui vient d'être dit, mais nous avions procédé à ces comparaisons lorsque, n'ayant pu reconnaître encore les conditions de transformation des deux sortes de cristaux, nous étions portés à attribuer les différences de formes cristallines à une isomérie.

» Les changements de forme cristalline indiqués ont été effectués en présence d'un dissolvant. Les cristaux orthorhombiques, obtenus à chaud, gardent leur limpidité lorsqu'on les conserve à la température ordinaire; notre plus ancien échantillon renferme, il est vrai, quelques cristaux devenus opaques en partie, mais leur opacité, qui n'augmente plus, ne correspond pas à une transformation progressive, telle que celle dont il s'agit.

» Des cristaux orthorhombiques, maintenus pendant deux semaines entre — 5° et — 15°, au contact de cristaux clinorhombiques, n'ont pas perdu leur limpidité. D'autre part, M. Wyrouboff, dont l'habileté en ce genre d'observations est bien connue, a examiné au microscope, en les chauffant, des lames de cinchonigine clinorhombiques; il n'a constaté aucun changement dans leur structure cristalline.

» En résumé, la cinchonigine est dimorphe et ses deux formes se changent facilement l'une dans l'autre. La forme clinorhombique est stable à la température ordinaire, tandis que la forme orthorhombique l'est au voisinage de la température d'ébullition de l'éther, vers 35°. C'est donc dans l'écart d'une vingtaine de degrés, existant entre ces températures, que se trouve la limite qui sépare les deux phénomènes de cristallisation.

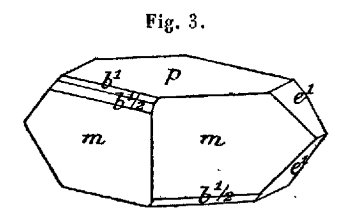
» IV. La formation de l'hydrate de cinchonigine pouvant compliquer un peu les faits précédents, nous donnerons quelques indications sur ce nouveau composé.

» Quand on chauffe dans l'eau de la cinchonigine anhydre, fusible à 129°, on observe qu'elle fond au-dessous de l'ébullition de l'eau; la fusion s'opère à une température plus basse encore, si l'on triture la base sous l'eau, pour augmenter le contact avec le liquide. Ces faits dénoncent la formation d'un hydrate.

» On obtient celui-ci cristallisé en agitant la base ainsi liquéfiée avec de l'eau maintenue vers 100°; la liqueur décantée se trouble en refroidissant, puis donne des cristaux prismatiques. La solubilité étant faible, les cristaux déposés sont peu abondants; on augmente leur production en ajoutant à l'eau quelques centièmes d'alcool. Il faut éviter cependant de trop accroître ainsi la solubilité, le produit se précipiterait huileux et donnerait ensuite des masses cristallines confuses. Les cristaux sont un hydrate de cinchonigine à 2 molécules d'eau; ils fondent à 69°, 3 (corr.), sont peu altérables à l'air libre, mais perdent la totalité de leur eau dans l'air sec et froid ou dans l'étuve à 100°.

» Les cristaux déposés dans l'eau sont fragiles, fréquemment tubulaires, de petites dimensions. Pour obtenir le même corps en très beaux cristaux limpides et volumineux, il suffit de saturer à la fois d'eau et de cinchonigine de l'éther pur, et d'abandonner la liqueur à l'évaporation lente, en ajoutant quelques cristaux d'hydrate obtenus dans l'eau.

Fig. 3.



Hydrate de cinchonigine.

» Nous donnerons ailleurs la détermination cristallographique de cet hydrate : nous la devons à l'extrême obligeance de M. Wyrouboff; il est possible seulement de dire ici que les deux sortes de cristaux sont orthorhombiques et hémièdres. La *fig.* 3 représente les cristaux obtenus dans l'éther.

» Il est à remarquer que la cinchoniline, isomère très voisin de la cinchonigine, forme un hydrate en fines aiguilles, à 3 molécules d'eau. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Pluralité des chlorophylles. Deuxième chlorophylle isolée dans la luzerne.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans de précédentes Communications, j'ai montré la complexité de l'ensemble des pigments verts présents dans les feuilles des phanérogames. Pour une même espèce, ces matières vertes peuvent être nombreuses; mélangées entre elles ou avec divers principes jaunes, elles constituent ce qu'on appelle encore *la chlorophylle.*

» Mais *la chlorophylle* étant un mélange très complexe possède une couleur plus ou moins bleue, verte ou jaune, suivant les plantes d'où elle vient et les traitements divers appliqués par chaque expérimentateur. Ces traitements enlèvent, à son insu, un ou plusieurs des éléments constituant l'ensemble.

» Dans cet ordre de recherches, la présence de bandes d'absorption dans les pigments verts est trop souvent interprétée de façon à donner une sécurité illusoire quant à leur pureté. Lorsqu'une chlorophylle ayant subi des préparations chimiques conserve une absorption de lumière identique

à celle qu'on observerait à travers une feuille vivante, on peut se croire en présence de ce qu'on nomme, par hypothèse, *la chlorophylle*. Or, un peu de cette dernière, à supposer qu'elle fût simple, mélangée à des graisses, des cires ou des extraits, suffirait à donner le spectre chlorophyllien dont la présence n'est nullement probante dans ces conditions.

» Bien plus, des chlorophylles que j'ai dissoutes dans la potasse fondante ou dans l'acide sulfurique monohydraté SO^4H^2, se transforment en matières colorantes brunes, qui, précipitées de ces milieux et redissoutes, conservent encore intactes, bien qu'elles ne soient plus vertes, la fluorescence rouge et l'absorption considérées comme caractéristiques de *la chlorophylle*. De ces deux dernières observations on doit conclure que les matières vertes des feuilles contiennent un noyau fondamental, *très stable*, portant la fonction d'absorption optique liée au travail biologique. Autour de ce noyau, de ce point trophique, peuvent se fixer, d'une façon plus ou moins permanente, selon les besoins de la nutrition, des groupements chimiques différents donnant lieu à des chlorophylles diverses par leur composition, leurs poids moléculaires, leurs solubilités, leurs isoméries et le rôle qu'elles doivent jouer dans les espèces vivantes.

» La fonction des chlorophylles étant d'accomplir des transformations chimiques rapides sous l'influence des radiations, il n'est pas surprenant de les voir se décomposer, même dans leur noyau stable, aux moindres atteintes de la lumière. Il ne résulte pas de cela que ce noyau soit particulièrement instable en toute circonstance. Dans un autre ordre d'idées, le chlorure d'argent n'est-il pas éminemment altérable à la lumière, alors qu'on sait combien il est résistant aux actions chimiques?

» En appliquant ma méthode d'analyse immédiate des chlorophylles (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1116) à l'extrait sulfocarbonique de luzerne, il m'a déjà été possible d'isoler une chlorophylle pure, la médicagophylle-α, et de fixer son poids moléculaire par la cryoscopie (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 289; 1894). Je me propose aujourd'hui de décrire l'une des chlorophylles contenues dans l'extrait alcoolique de la même plante.

» Si, après avoir épuisé par le sulfure de carbone les feuilles provenant de 480^{kg} de luzerne verte, on les traite jusqu'à décoloration par de l'alcool chaud, on obtient $1^{kg},350$ d'une matière verte qui surnage une grande quantité d'extraits bruns solubles dans l'eau. La masse verte précitée se redissout en presque totalité dans une faible quantité d'alcool à 90° et, après filtration, puis distillation de ce dissolvant, l'éther sec enlève la matière colorante sans résidu. L'éther chassé à son tour, le pigment vert reste insoluble dans l'eau; il n'y a donc là ni gommes, ni extraits, ni tannins, ni acides des végétaux. Il convient de rappeler que les feuilles primi-

tives ayant été complètement épuisées par le sulfure de carbone il n'y a pas lieu de craindre la présence de cires, graisses ou huiles dans la préparation ci-dessus. On se trouve, après l'action combinée de ces divers dissolvants, en présence de chlorophylles pures qui ont été soumises à l'action du pentane. Ce liquide se sature de 150gr de matière d'un vert bleu qui est après cette action soluble dans l'alcool. L'ensemble des chlorophylles que l'alcool a primitivement extraites est privé par le pentane des matières vertes qui se rapprochent le plus des graisses. Il subit alors de la part de l'éther sec une sorte de dissociation ou de dédoublement à la suite duquel on se trouve en présence d'environ $\frac{1}{4}$ de matière brune insoluble dans l'éther et $\frac{3}{4}$ d'une belle chlorophylle verte que je nommerai dès à présent, pour plus de clarté, *médicagophylle*-β. Cette seconde chlorophylle de luzerne, douée d'un grand pouvoir colorant et insoluble dans le pentane, est de beaucoup la plus abondante dans la plante. Elle représente 1,08 pour 100 du poids de la feuille sèche, soit environ 10kg par hectare.

» La médicagophylle-β est douée d'une odeur particulière très caractérisée que n'ont pas les autres chlorophylles de luzerne. Séchée à l'air sec sous une faible épaisseur, elle se présente sous la forme d'une matière verte à cassure conchoïdale, vitreuse, devenant plastique entre les doigts.

» Plus dense que l'eau qui ne la dissout pas, elle se désagrège et s'émulsionne cependant dans ce liquide.

» Dissolution instantanée et limpide dans la potasse très étendue; la fonction acide est donc manifeste, mais faible, car le sel marin suffit à la précipiter, un peu plus lentement pourtant que les acides. La médicagophylle-β réduit le nitrate d'argent ammonio-potassique en argentant brillamment les tubes, et il est donc bien probable qu'elle renferme la fonction — COH des aldéhydes dans sa molécule ou bien à titre de glucoside peu stable.

» Analyse de la matière séchée à l'air sec C = 58,2, H = 8,0 d'accord avec la formule $C^{42}H^{63}AzO^{14} + 3H^2O$.

» En vue d'une analyse plus complète, une partie de la médicagophylle-β a été séchée dans le vide jusqu'à poids constant. Les nombres obtenus dans ce nouveau cas sont :

C = 62,35 — 62,24, H = 7,8 — 8,0, Az = 1,75 — 1,63, Cendres 1,28.

» Par cette voie on arrive à la même formule $C^{42}H^{63}AzO^{14}$.

» *Conclusions.* — Une espèce donnée peut contenir plusieurs chlorophylles. Il convient donc d'attribuer à ceux de ces pigments qu'on isole chimiquement un nom dérivé du nom botanique, avec un indice.

» Le *Medicago sativa* (luzerne) contient, comme je l'ai déjà annoncé, plusieurs chlorophylles, entre autres la médicagophylle-α $C^{28}H^{45}AzO^4$ et la médicagophylle-β $C^{42}H^{63}AzO^{14}$ qui fait l'objet de cette Note.

» Les actions de la synthèse végétale conduisant à la fois à des corps gras insolubles dans l'eau et à des matériaux éminemment solubles, toujours par l'intermédiaire des matières vertes à absorption, il est naturel de

penser qu'une seule et même chlorophylle ne saurait suffire à ces travaux. Dès à présent, mes recherches démontrent qu'il en est ainsi. Certaines chlorophylles solubles dans le pentane sont par leurs dédoublements dans les cellules les instruments de la production chimique des essences et des huiles.

» D'autres, insolubles dans les carbures, déjà miscibles à l'eau et très riches en oxygène, tendent, en se dédoublant, à produire les hydrates de carbone, les tannins et les extraits.

» Dans cette chaîne ininterrompue de chlorophylles affectées, dans la même espèce, à des travaux divers, il est remarquable de constater toujours la présence de la fonction réductrice des aldéhydes ou des composés peu stables qui sont les plus aptes aux transformations chimiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Comparaison entre les dérivés colorés et les dérivés incolores de l'hexaméthyl-triamidotriphénylméthane.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel.

« Dans deux Notes précédentes [1] on a passé en revue trois matières colorantes et onze corps incolores renfermant tous le groupement $[(CH^3)^2AzC^6H^4]^3 \equiv C$ que nous représentons plus simplement par $A^3 \equiv C$. Les corps incolores se divisent en deux catégories, selon qu'ils sont transformables ou non, par voie de double décomposition, en matières colorantes. Le Tableau suivant présente l'ensemble de ces trois catégories de composés :

Corps colorés.	Corps incolores colorables par double décomposition.	Corps incolores non colorables par double décomposition.
$A^3 \equiv C - Cl$	$A^3 \equiv C - H$	$(ICH^3A)^3 \equiv C - H$
$A^3 \equiv C - I$	$A^3 \equiv C - OH$	$(ICH^3A)^3 \equiv C - OH$
$A^2 = C \langle {A.CH^3I \atop I}$	$A^3 \equiv C - OCH^3$	$(ICH^3A)^3 \equiv C - O.CH^3$
	$A^3 \equiv C - O.C^2H^5$	$(ICH^3A)^3 \equiv C - O.C^2H^5$
	$A^3 \equiv C - O.C^5H^{11}$	$(ICH^3A)^3 \equiv C - O.C^5H^{11}$
	$A^2 = C \langle {A.CH^3I \atop O.CH^3}$	

» 1. On voit d'abord que les corps colorés sont caractérisés par la présence d'un radical négatif Cl, I (ou en général d'un radical acide), uni au

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 192 et 264.

carbone méthanique [1]. C'est ce qui les distingue des corps incolores de la deuxième colonne.

» 2. Ils ont en commun avec ces derniers le groupe A qui est un groupe phénylique amidé en para ($C^6H^4.Az.(CH^3)^2$), et qui satisfait aux trois autres valences du carbone méthanique. Dans ce groupe, l'azote n'est pas saturé, il fonctionne comme élément trivalent. Il est représenté trois fois dans la plupart de ces corps, et au minimum deux fois, par exemple dans

$$\underbrace{A^2 = C\begin{matrix}\diagup A.CH^3I \\ \diagdown I\end{matrix}}_{\text{Matière colorée.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{A^2 = C\begin{matrix}\diagup A.CH^3I \\ \diagdown O.CH^3\end{matrix}}_{\text{Matière incolore.}},$$

où l'un des trois atomes d'azote fonctionne comme élément quintivalent, c'est-à-dire *saturé*.

» 3. Dans ces deux classes de corps, le radical qui satisfait à celle des quatre valences du carbone qui n'est pas phénylée, jouit d'une mobilité remarquable; si ce radical est négatif, il peut être remplacé, par voie de double décomposition, par un radical positif et inversement. Quand le radical est négatif, le corps est coloré; s'il est positif (comme dans les corps de la deuxième colonne), la substance est incolore.

» L'azote non saturé, placé en para dans au moins deux groupes phényliques, constitue le caractère commun aux deux catégories; caractère auquel correspond la mobilité du radical univalent non phénylé, combiné au carbone méthanique.

» 4. Les corps incolores de la troisième colonne renferment tous trois atomes d'azote, fonctionnant comme élément quintivalent. L'azote y est saturé et les groupes univalents H, OH, $O.CH^3$, OC^2H^5, OC^5H^4 ont perdu la faculté d'entrer en réaction avec les acides étendus. Ils ne sont plus remplaçables par des radicaux négatifs.

» A la saturation de l'azote correspond cette immobilité du radical positif, qui donne à la molécule une stabilité relative.

» 5. Dans le triphénylcarbinol triammonié, $(ICH^3A)^3 \equiv C - OH$, l'hydroxyle n'est donc plus remplaçable par un radical d'acide. Mais il reste remplaçable par des radicaux d'alcool, et sous ce rapport il existe un parallélisme frappant entre lui et le triphénylcarbinol lui-même, dont

---

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. LXIV, p. 181.

MM. Friedel et Crafts [1] ont préparé l'éther méthylique et Hemilian [2] l'éther éthylique.

» Il y a analogie de fonctions entre

$$\underbrace{(C^6H^5)^3 \equiv C - OH}_{\text{Triphénylcarbinol.}} \qquad \text{et} \qquad \underbrace{(ICH^3A)^3 \equiv C - OH}_{\text{Triphénylcarbinol triammonié.}},$$

qui, étant tous les deux des alcools aromatiques tertiaires, forment les éthers

$$(C^6H^5)^3 \equiv C - OCH^3 \qquad \text{et} \qquad (ICH^3A)^3 \equiv C - OCH^3$$
$$(C^6H^5)^3 \equiv C - OC^2H^5 \qquad\qquad (ICH^3A)^3 \equiv C - OC^2H^5$$

et ni l'un ni l'autre n'échangent leur hydroxyle contre Cl, si on les traite par l'acide chlorhydrique.

» La saturation de l'azote a ramené les fonctions du groupe (ICH^3A) à égaler celles de C^6H^5 [3].

» 6. Cette fonction d'alcool aromatique tertiaire du triphénylcarbinol varie entre deux limites extrêmes; dans $(C^6H^5)^3 \equiv C - OH$, elle se rapproche des fonctions acides, puisque l'éther chlorhydrique correspondant $(C^6H^5)^3 \equiv C - Cl$ est décomposé à froid par l'eau; dans le dérivé triamidé au contraire $A^3 \equiv C - OH$, elle se rapproche des bases métalliques, car les acides agissent à froid pour former les corps colorés $A^3 \equiv C - \overset{(-)}{R}$, et les carbinols amidés en général déplacent l'ammoniaque de ses combinaisons.

» L'état intermédiaire est représenté par les carbinols diamidés, qui réagissent plus lentement avec les acides et les sels ammoniacaux et où les réactions ont besoin du concours de la chaleur pour être complètes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un éther d'un genre nouveau : le lactate de méthylène*. Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« Au cours de mes recherches sur les composés mono-carbonés, j'ai été amené, pour diverses raisons, à faire réagir le méthanal $(H^2C = O)^n$ sur certains composés poly-hydroxylés et notamment sur l'acide lactique.

» On a chauffé, pendant quelques heures, au bain d'eau, dans un ap-

---

(1) Friedel et Crafts, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. I, p. 502; 1884.

(2) Hemilian, *Deut. Chem. Ges.*, p. 1208; 1874.

(3) E. et O. Fischer, *Ibid.*, p. 2352; 1879.

pareil à reflux, des quantités équimoléculaires d'acide et de méthanal polymérisé; celui-ci disparaît assez rapidement et totalement. La distillation du liquide, dont il est inutile d'indiquer ici les détails, fournit, dans sa partie moyenne, un produit insoluble dans l'eau et plus dense que celle-ci, dont la purification est des plus aisées. C'est le *mono-lactate méthylénique*

$$\begin{array}{l} OC-O \\ \vert \\ HC-O \\ \vert \\ H^3C \end{array} \!\!> CH^2.$$

» Le rendement de l'opération représente un bon quart du rendement théorique.

» Le *lactate de méthylène* constitue un liquide incolore, mobile, d'une assez forte odeur rappelant celle du méthanal, d'une saveur extraordinairement piquante.

» Sa densité à 2°,5 est égale à 1,1974.

» Il bout, avec une fixité remarquable, à 153°-154° sous la pression de 754mm (1).

» Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,47; la densité calculée est 3,52.

» Son analyse a fourni des chiffres concordant avec la formule indiquée ci-dessus.

» Ce corps se congèle aisément, dans le mélange de neige carbonique et d'éther, en une masse cristalline; son point de fusion me paraît être situé à — 28°.

» Il est insoluble dans l'eau; à chaud, il s'y dissout en se décomposant en acide lactique et en méthanal; la liqueur réduit intensément l'azotate argentique. Le brome s'y dissout sans réaction sensible; cette inertie est d'autant plus à remarquer qu'il se combine vivement, et avec une sorte d'explosion, avec le dérivé propylénique correspondant $H^2C - CH - CH^3$.



» L'ammoniaque aqueuse et les alcoyl-amines renfermant encore de l'hydrogène ammoniacal le décomposent rapidement.

---

(1) Le propyl-glycol correspondant

$$\begin{array}{l} H^2C - O \\ H\ \ C - O \\ \vert \\ H^3C \end{array} \!\!> CH^2$$

produit de l'action du poly-oxy-méthylène sur le propyl-glycol

$$(HO)CH^2 - CH(OH) - CH^3,$$

bout à 90°.

» Le *lactate de méthylène*, à la fois *éther d'acide* et *éther d'alcool* par le même radical hydrocarburé bivalent $> CH^2$, est le premier représentant connu de cette classe spéciale d'*éthers*, d'un genre si particulier.

» Je me réserve d'examiner, sous le rapport de leur éthérification réciproque, d'autres acides-alcools et d'autres aldéhydes. Il me paraît intéressant de rechercher si c'est là une propriété générale, propre à toutes les aldéhydes et si, en ce qui concerne les acides, on la retrouve encore dans d'autres acides-alcools que ceux qui, comme l'acide lactique, renferment le système

$$\begin{array}{l} OC - OH. \\ \;| \\ \;C - OH \\ \;\wedge \end{array}$$

» Je profiterai de l'occasion présente pour dire, en terminant, que la réaction du trioxyméthylène sur la glycérine et sur la glycérine monochlorhydrique fournit les éthers méthyléniques correspondants :

$$\begin{array}{l} H^2C - OH \\ \quad\;| \\ H\;C - O\diagdown \\ \quad\;| \qquad\;\; CH^2 \\ H^2C - O\diagup \end{array} \qquad \text{Éb. : } 197^\circ$$

et

$$\begin{array}{l} H^2C - Cl \\ \quad\;| \\ H\;C - O\diagdown \\ \quad\;| \qquad\;\; CH^2 \\ H^2C - O\diagup \end{array} \qquad \text{Éb. : } 150^\circ.$$

» Ces réactions sont d'une grande netteté. Je compte y revenir dans une Communication spéciale. »

ZOOLOGIE. — *Du rapport de la forme générale à la composition du corps chez les Protozoaires*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 31 décembre dernier, j'établissais que, chez les Rhizopodes réticulés d'eau douce, la fonction d'assimilation, c'est-à-dire la fonction par laquelle le protoplasma reste de composition constante et conserve ses propriétés fondamentales, ne s'accomplit dans ce protoplasma qu'en présence du noyau.

» MM. Balbiani, Hofer, Verworn ont attribué au noyau une influence sur les sécrétions et en particulier les sécrétions digestives. J'ai montré

récemment qu'il n'y a pas de sécrétion digestive chez les Réticulés, puisqu'il n'y a pas de vacuoles chez eux. Quant aux Rhizopodes lobés et aux Infusoires ciliés, la sécrétion digestive qui se produit dans leurs vacuoles ne peut pas en réalité s'appeler une sécrétion, puisqu'elle n'est pas le résultat d'une activité cellulaire propre; elle provient d'un drainage opéré dans le protoplasma par une vacuole de dimensions très exiguës, creusée dans son sein, et remplie, au début, de l'eau extérieure [1]. C'est un simple phénomène de diffusion, de dialyse, qui s'effectue du protoplasma vers la vacuole.

» Que la sécrétion, ainsi conçue, n'ait plus lieu ou ait lieu d'une façon incomplète en l'absence du noyau, cela tient simplement à ce qu'en l'absence du noyau la composition du protoplasma, sans cesse modifiée par des échanges et des diffusions de toutes sortes, ne reste pas constante, et qu'en particulier les substances facilement diffusibles qu'il contenait se trouvent rapidement épuisées. Le résultat des expériences de MM. Balbiani et Hofer s'explique donc fort bien sans qu'il soit nécessaire d'admettre une action mystérieuse du noyau sur la fonction de sécrétion.

» Ces considérations, et d'autres que j'ai exposées ailleurs en détail, m'ont amené à conclure que toutes les fonctions intraprotoplasmiques ne dépendent du noyau qu'autant que cet organe est nécessaire à l'assimilation; en d'autres termes, que *toutes les fonctions de la vie individuelle s'accompliraient dans le protoplasma,* EN L'ABSENCE DU NOYAU, *si l'on supposait maintenue constante, par un procédé quelconque, la composition de ce protoplasma.*

» Mais que devient, si l'on admet cette conclusion, le résultat, scientifiquement certain, des expériences de mérotomie de M. Balbiani sur les Infusoires ciliés : « La régénération, ou reconstitution de la forme générale » du corps, a lieu sous l'influence du noyau et ne se produit pas en son » absence. » Cela revient exactement à dire que, *si la composition du protoplasma reste constante, la forme générale du corps est, par cela même, déterminée;* en d'autres termes, qu'IL Y A UN RAPPORT NETTEMENT ÉTABLI ENTRE LA FORME DU CORPS ET SA COMPOSITION CHIMIQUE : conclusion tout à fait parallèle, quoique avec un degré bien plus élevé de complexité, à ce que nous apprend la Chimie des corps cristallisés.

» Si l'on casse un cristal et qu'on lui fournisse une solution de sa substance, il se régénère avec sa forme ordinaire ; si l'on coupe un Infu-

---

(1) *Bulletin scientifique de France et de Belgique*, 1891, p. 300-301.

soire et qu'on lui laisse son noyau, c'est-à-dire la faculté de s'additionner de substance semblable à la sienne, il se régénère avec sa forme ordinaire.

» Si l'on casse un cristal et qu'on ne lui fournisse pas de substance semblable à la sienne, il ne se régénère pas : de même, si l'on coupe un Infusoire et qu'on lui enlève son noyau.

» Chaque forme d'Infusoire serait donc caractéristique d'une composition chimique déterminée, qui ne se maintiendrait constante qu'en présence du noyau; autrement dit, ce serait sous l'influence du noyau que s'établirait l'*équilibre* résultant des échanges incessants de substance entre la cellule et son milieu.

» Le phénomène d'assimilation serait le vrai phénomène vital, encore mystérieux dans l'état de nos connaissances, et sous la dépendance duquel se trouveraient tous les autres phénomènes intraprotoplasmiques, ramenables, dans ces conditions, à des phénomènes physico-chimiques plus ou moins simples. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Étude sur la valeur agricole du phosphate d'alumine du Grand-Connétable.* Note de M. **A. Andouard**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« J'ai fait, au printemps de 1894, des cultures en pot, destinées à comparer l'assimilabilité du phosphate du Grand-Connétable à celle des principaux phosphates de chaux fossiles connus.

» J'ai semé des plantes présentant un port et un développement radiculaire très différents : *balsamine, lin d'été, moutarde blanche, sarrasin,* dans un sol formé de sable et d'argile et contenant, pour tous éléments fertilisants :

	Pour 100.
Acide phosphorique (à l'état de phosphate tribasique)....	0,10
Potasse (à l'état de sulfate)...........................	0,10
Chaux (à l'état de carbonate)...........................	0,72
Magnésie (»)...........................	0,02
Matières organiques, fer...............................	Traces.

» Les phosphates expérimentés avaient le titre et l'origine que voici :

	Acide phosphorique pour 100.
Phosphate d'alumine du Grand-Connétable..............	39,10
» de chaux d'Algérie.........................	29,20

	Acide phosphorique pour 100.
Phosphates de chaux des Ardennes	18,00
» » de Carentan	18,50
» » de la Caroline	27,20
» » de la Floride	27,50
» » de la Somme	25,40

» Ils avaient tous été tamisés à la toile n° 100 et le poids de chacun d'eux avait été calculé de manière à donner au sol des différents pots la richesse uniforme de 0,1 pour 100 d'acide phosphorique.

» L'ensemencement a eu lieu le 12 avril. Chaque espèce de plante occupait sept pots, correspondant aux sept phosphates en comparaison. Les arrosages ont été pratiqués : une fois par semaine, environ, avec une solution de nitrate de soude à 10 pour 1000, et le reste du temps avec de l'eau distillée. Chaque sujet a reçu ainsi, en tout, $0^{gr},552$ de nitrate de soude, soit $0^{gr},084$ d'azote seulement.

» Toutes les plantes germées sur le phosphate du Grand-Connétable, sans exception, ont pris une élongation plus rapide et ont donné naissance à des ramifications plus nombreuses que celles des autres. La floraison s'y est montrée plus précoce et la fructification plus parfaite; ce sont elles qui ont produit le plus grand nombre de semences et qui les ont le mieux conduites à maturité. Quelques-unes ont conservé leurs cotylédons presque jusqu'au terme de leur existence. En un mot, du commencement à la fin, elles ont surpassé leurs congénères de toute façon. Comme exemple des différences dues à l'action des phosphates précités, je résume, dans le Tableau suivant, les résultats fournis par la *balsamine :*

Origine du phosphate.	Hauteur de la plante.	Poids à l'état vert.	Poids à l'état sec.	Azote pour 100 de plante sèche.	Acide phosphorique pour 100 de plante sèche.
Grand-Connétable.	$0^{m},530$	$18^{gr},06$	$1^{gr},452$	2,00	2,05
Carentan	0,340	7,14	0,606	1,65	0,58
Ardennes	0,178	2,83	0,204	1,30	0,96
Somme	0,285	3,15	0,157	0,72	0,42
Algérie	0,220	2,76	0,218	0,60	0,21
Caroline	0,210	2,49	0,196	1,20	»
Floride	0,175	1,92	0,123	»	»

» Au point de vue de la composition chimique, c'est encore au phosphate d'alumine que répond la richesse maximum en azote et en acide phospho-

rique. Il est évident que cet engrais a été mieux assimilé que les autres phosphates fossiles mis en concurrence avec lui.

» M'appuyant sur les observations qui précèdent, j'ai cru pouvoir écrire, dans une Note récemment présentée à l'Académie, que j'espérais voir le phosphate du Grand-Connétable fructueusement utilisé par l'agriculture dans son état naturel. Je n'ai point entendu cependant juger définitivement la question sur des expériences aussi restreintes que celles que je viens d'exposer.

» Pour compléter l'enquête commencée, j'ai préparé, l'automne dernier, des expériences en grande culture et sur des plantes appartenant à des familles variées. En même temps j'ai renouvelé, dans les vases qui ont servi à mes premières constatations et avec un sol artificiel identique à celui dont j'ai donné plus haut la composition, la comparaison du phosphate du Grand-Connétable à d'autres produits phosphorés, mais en m'adressant, cette fois, à des engrais plus solubles que les phosphates fossiles : scories phosphoreuses, phosphate précipité, superphosphate, etc. Lorsque je ferai connaître l'importance relative des récoltes obtenues dans ces divers milieux, je pense pouvoir suivre, plus loin qu'il ne m'est possible de le faire aujourd'hui, l'introduction dans les végétaux des principaux éléments de leur nutrition, sous les différentes influences mises en œuvre. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les phénomènes de contact de la lherzolite des Pyrénées.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« L'étude détaillée de tous les gisements lherzolitiques connus dans les Pyrénées m'a conduit à la découverte d'une nombreuse série de contacts de la *lherzolite* et des assises du *jurassique inférieur*, dans lesquels ces dernières roches présentent des transformations remarquables, me permettant de généraliser le résultat de mes observations antérieures (¹) et de consti-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXV, p. 974; 1892. Les gisements qui présentent les contacts les plus intéressants sont les suivants : *Ariège :* Prades, bois du Fajou en Caussou, Lordat, Croix de Sainte-Tanque en Lercoul, environ de Vicdessos, forêt de Freychinède dans la vallée de Suc, et nombreux gisements du port de Massat à l'étang de Lherz, etc. *Haute-Garonne :* Tuc d'Ess en Coulédoux, etc. *Hautes-Pyrénées :* Moun caou en Louvie-Juzon. Ils seront étudiés en détail dans le *Bulletin des services de la Carte géologique de France*, t. VI, nº 42; 1895.

tuer ainsi de toutes pièces l'histoire du métamorphisme dû à la lherzolite.

» L'intensité de l'action exercée par la lherzolite est variable; du reste elle peut être difficilement appréciée dans toute son étendue à cause du manteau des calcaires du jurassique supérieur qui, recouvrant presque partout la lherzolite et les sédiments modifiés par elle, ne permet pas de suivre ces derniers sur une grande surface à partir de la lherzolite. J'ai constaté cependant qu'à 100^m d'un des contacts des marnes sont encore entièrement transformées, qu'à 500^m d'un autre, des calcaires sont extrêmement riches en minéraux métamorphiques, et qu'enfin ces derniers se rencontrent encore en abondance à 1^{km},5 d'un pointement *apparent* de lherzolite.

» Les roches sédimentaires modifiées étaient des *calcaires*, des *marnes calcaires*, très rarement des *grès*.

» *Calcaires et marnes calcaires*. — Si l'on excepte les calcaires du Moun caou, dans lesquels les seuls minéraux métamorphiques sont l'*albite*, la *phlogopite*, la *leuchtenbergite* et la *pyrite*, les minéraux des contacts de la lherzolite sont les mêmes dans tous les gisements; ce sont les suivants : *dipyre*, *feldspaths* (orthose, microcline, bytownite, anorthite, plus rarement albite, oligoclase-albite, andésine, labrador), *micas* (phlogopite, biotite, rarement muscovite), *tourmaline*, *rutile*, *sphène*, *magnétite*, *oligiste*, *pyrite*, *apatite*, *quartz*, *graphite*; enfin, comme extrême rareté, *spinelle*, *épidote*, *grenat*.

» Tous ces minéraux, à l'exception de la tourmaline, se rencontrent dans les *calcaires devenus cristallins*; ils y forment les associations les plus variées, généralement dépourvues de toute régularité.

» Les *marnes calcaires* sont d'ordinaire transformées en roches entièrement silicatées, constituant un nombre considérable de types, qui passent les uns aux autres et possèdent des structures extrêmement intéressantes. Ces diverses roches alternent entre elles ou sont interstratifiées avec les calcaires à minéraux. J'ai distingué les groupes suivants parmi ces roches métamorphiques :

» Les *cornéennes* très denses, souvent très tenaces, sont à grains extrêmement fins ou constituées par des minéraux atteignant 2^{cm} : leurs éléments les plus habituels sont le dipyre, des feldspaths, des pyroxènes, des amphiboles, de la tourmaline, du rutile, du sphène : le mica est souvent présent; quand il abonde, la roche passe aux schistes micacés. Ces cornéennes sont fréquemment rubanées, grâce à la concentration des éléments colorés dans des lits distincts.

» Les *schistes micacés* sont surtout riches en mica (biotite) accompagnés de pyroxène, de tourmaline, de dipyre et de feldspaths et parfois d'amphibole. Les éléments

blancs sont soit grenus et également répartis dans la roche (la structure est alors tantôt celle des micaschistes, tantôt celle des schistes micacés de contact du granite), soit concentrés dans des nodules dont le diamètre varie de 1^{mm} à 1^{cm} (*schistes micacés tachetés*).

» Ces divers schistes micacés sont très fréquemment associés, en lits minces, aux divers types de cornéennes : dans quelques gisements, ils renferment du quartz.

» Les *roches amphiboliques* présentent deux types : l'un a l'aspect d'une diorite, il est essentiellement formé par de grandes aiguilles d'amphibole d'un vert clair et de dipyre; l'autre offre l'aspect d'une amphibolite; au microscope, on constate que la hornblende d'un vert plus ou moins foncé est généralement accompagnée de feldspaths basiques grenus, parfois de dipyre, de calcite, de sphène, etc.

» Dans toutes ces roches de contact immédiat de la lherzolite, le pigment organique, qui colorait en noir les roches avant leur transformation, a complètement disparu : il n'en est plus de même à quelques centaines de mètres de la lherzolite, la matière charbonneuse y est alors intacte ou transformée en graphite. Il n'existe plus, en fait de roches entièrement silicatées, que des *schistes micacés* à éléments souvent cryptocristallins, parfois riches en grains de quartz et contenant toujours du dipyre; celui-ci, n'étant plus gêné par les minéraux néogènes voisins comme dans les roches de contact immédiat, prend des formes nettes et de grandes dimensions (¹).

» Au Tuc d'Ess et au port de Saleix, ces schistes micacés sont traversés par des filonnets quartzeux renfermant de la muscovite, du dipyre, parfois de la zoïsite : à leurs salbandes, les schistes micacés renferment les mêmes minéraux en plus grande abondance et sont riches en graphite.

» Les fissures de toutes les roches métamorphiques dont il vient d'être question sont tapissées de nombreux et souvent fort beaux cristaux de zéolites (*chabasie, stilbite, laumonite, thomsonite*, plus rarement *christianite*), dont la formation ne me paraît pas liée d'une façon nécessaire à la venue lherzolitique, puisque j'ai trouvé (²) en abondance les mêmes minéraux dans les fentes des roches les plus diverses de la même région.

» *Grès*. — Je n'ai observé qu'un seul contact immédiat de lherzolite et de grès. Cette roche est transformée en quartzite, riche en aiguilles de

---

(¹) Quelques-uns de ces cristaux atteignent plusieurs centimètres de longueur suivant l'axe vertical (port de Saleix, port de Massat) : ce sont ces cristaux, souvent colorés en noir par un pigment charbonneux et riches en inclusions variées, qui ont été, à tort, considérés comme constituant une espèce spéciale, la *couseranite;* ils ne possèdent aucune propriété différente de celle du *dipyre* normal : aussi le mot de *couseranite* doit-il être supprimé de la nomenclature minéralogique.

(²) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 377; 1892.

rutile, d'*andalousite*, de *sillimannite* accompagnées de quelques paillettes de mica. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relations nouvelles entre les mouvements barométriques sur l'hémisphère nord et les mouvements en déclinaison du Soleil et de la Lune.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« Pour compléter et préciser mes études antérieures sur la marche de la pression barométrique dans ses rapports avec la révolution tropique de la Lune, j'ai repris l'année météorologique 1882-1883, d'après les Cartes du *Signal Office* de Washington, qui ont déjà servi aux travaux de M. Poincaré.

» M'attachant exclusivement à dégager les mouvements en relation avec la révolution tropique, j'ai calculé, pour chacune des 13 révolutions de l'année considérée et pour chacun des parallèles de 10°, 30°, 50° et 70° nord, la pression moyenne en lune boréale et en lune australe.

» Les cotes, en centièmes de millimètre, n'ont subi aucune correction.

» *Marche comparée des pressions.* — Sur le 10e parallèle, les pressions sont en toute saison plus basses en lune boréale qu'en lune australe. Il en est inversement sur le 30e. Ces résultats concordent avec ceux qui ont été énoncés par M. Poincaré.

» Au-dessus de 30°, la différence, de lune boréale à lune australe, reste constamment positive, au moins jusqu'à 70°; de plus, cette différence va en augmentant vers le nord.

» Ainsi la différence moyenne annuelle, de lune boréale à lune australe, est égale à $-0^{mm},60$ sur le 10e parallèle, à $0^{mm},33$ sur le 30e, à $0^{mm},56$ sur le 50e et à $1^{mm},91$ sur le 70e.

» *Gradients.* — Les gradients, estimés du 30e parallèle vers l'équateur et vers le pôle, sont plus grands en lune boréale qu'en lune australe au-dessous de 30°, et inversement au-dessus. De plus, la différence va en s'accentuant vers le nord.

Gradient.	Moyen annuel.	En lune boréale.	En lune australe.	Différence.
	mm	mm	mm	mm
30°-10°.......	2,86	3,33	2,40	0,93
30-50.......	0,52	0,41	0,64	— 0,23
50-70.......	3,53	2,85	4,20	— 1,35

» Il suit de là que les profils barométriques, tracés entre 10° et 70° nord,

éprouvent, de lune boréale à lune australe, un mouvement de balancement de part et d'autre du 30e parallèle environ.

» L'action ainsi définie conserve la même forme dans tout le cours de l'année. Mais son intensité varie d'une saison à l'autre, parce que les mouvements qui en résultent se superposent à des mouvements plus généraux, qui sont, ou non, de même sens. Ainsi, au printemps et en lune boréale, l'action de la lune en déclinaison s'ajoutant à l'action solaire, la pente barométrique, de 30° vers le pôle, est non seulement atténuée, mais encore complètement renversée.

» *Conclusions.* — 1° L'atmosphère éprouve, sur l'hémisphère nord, de part et d'autre du 30e parallèle environ, un mouvement d'oscillation, correspondant au mouvement de la lune en déclinaison, en telle sorte que les pressions sont plus basses en lune boréale qu'en lune australe au-dessous de 30°, et inversement au-dessus.

» 2° Les gradients éprouvent des modifications corrélatives. Les pentes barométriques, de 30° vers le sud et vers le nord, sont alternativement relevées et abaissées, plus fortes en lune boréale au-dessous du 30e degré, plus faibles au-dessus, et inversement en lune australe.

» 3° Ces différences dans les pressions et les gradients augmentent à mesure que l'on avance vers le pôle, au moins jusqu'au 70e prallèle.

» 4° Ces mouvements se superposent à des mouvements plus généraux, qui les renforcent ou les atténuent, suivant qu'ils sont de même sens ou de sens contraire. »

M. E. Drillon adresse une Note relative à un bélier horizontal.

M. E. Wickersheim adresse une démonstration du postulatum d'Euclide.

M. Ch. Jacquiot-Constant adresse une Note relative à un projet de « Téléphotoscope ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 février 1895.

Fondation R. Bischoffsheim. Annales de l'Observatoire de Nice, publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes, par M. Perrotin, Correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Directeur. Tomes IV et V. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 2 vol. in-4°. (Présentés par M. Faye.)

Bibliothèque scientifique des écoles et des familles. Directeur : Gustave Philippon, Docteur ès Sciences. Paris, H. Gautier, 25 fasc. in-12. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Atlas de la Société de l'Industrie minérale. 3e série. Tome VII. 4e livraison, 1893. Saint-Étienne, Théolier; 1 fasc. gr. in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 30 janvier 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Décembre 1894. Janvier 1895. Paris; 2 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 5. Séance du 5 février 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 février 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin mensuel de la Société astronomique de France. Février 1895, Paris; 1 fasc. in-8°.

Faunes ichthyologique et entomologique, par Charles Brongniart, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. — Sur les débris d'*Arthropleura*, par Marcellin Boule, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. Saint-Étienne, Théolier; 1 vol. gr. in-8°.

Le service chronométrique à l'observatoire de Genève et les concours de réglage de la classe d'Industrie et de Commerce de la Société des Arts de Genève, par Raoul Gautier, Directeur de l'Observatoire de Genève. Genève, Aubert Schuchardt, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. Janvier 1895. Saint-Pétersbourg; 1 vol. in-4°.

Origen poliedrico de las especies. Arturo Soria y Mata, Madrid, 1894; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 février 1895.)

Note de M. *Berthelot*, sur l'Argon :

Page 238, ligne 2, *au lieu de* 20, *lisez* 40.

Note de M. *Guyou*, Aubes propulsives à pénétration tangentielle :

Page 244, ligne 1, *au lieu de* tige, *lisez* palette.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de Neumann et le problème de Dirichlet.* Note de M. H. Poincaré.

« On sait en quoi consiste la méthode de C. Neumann pour la solution du problème de Dirichlet. Soit S une certaine surface sur laquelle on suppose répandue une *double couche* de matière attirante; soit W le potentiel de cette double couche, V la limite vers laquelle tend W quand on se rapproche indéfiniment de S *par l'intérieur*, V' la limite de W quand on se rapproche de S par l'extérieur; et enfin $U = \frac{V + V'}{2}$ la valeur de W sur la surface S elle-même. Soient λ une constante arbitraire et Φ une fonction donnée définie en tous les points de la surface S.

» On peut se proposer de déterminer la double couche de telle

façon que

$$(1)\qquad V - V' = \lambda(V + V') + 2\Phi.$$

» Nous chercherons à développer W suivant les puissances croissantes de λ en posant

$$(2)\qquad W = W_0 + \lambda W_1 + \lambda^2 W_2 + \ldots,$$

et nous poserons de même

$$V = \Sigma\lambda^n V_n, \qquad V' = \Sigma\lambda^n V'_n, \qquad U = \Sigma\lambda^n U'_n.$$

» On trouve alors

$$(3)\qquad V_0 - V'_0 = 2\Phi, \qquad V_n - V'_n = V_{n-1} + V'_{n-1} = 2U_{n-1}.$$

» Cela peut s'écrire

$$(4)\qquad W_0 = -\int \Phi' \frac{d\omega'}{2\pi} \frac{d\frac{1}{r}}{dn}, \qquad W_n = -\int U'_{n-1} \frac{d\omega'}{2\pi} \frac{d\frac{1}{r}}{dn}.$$

» Les intégrales sont étendues à tous les éléments $d\omega'$ de S; j'appelle M' le centre de gravité de $d\omega'$, M le point x, y, z; j'appelle r la distance MM'; $\frac{d\frac{1}{r}}{dn}$ est la dérivée de $\frac{1}{r}$ estimée suivant la normale extérieure à la surface S au point M', de sorte que

$$d\omega' \frac{d\frac{1}{r}}{dn}$$

est l'angle solide sous lequel l'élément $d\omega'$ est vu du point M.

» J'appelle Φ' la valeur que prend Φ et U'_{n-1} celle que prennent W_{n-1} et U_{n-1} quand le point M vient en M'. Les formules (4) permettent donc de calculer de proche en proche tous les termes de la série (2).

» La condition (1) se réduit respectivement à

$$V = \Phi, \qquad \text{ou} \qquad V' = -\Phi,$$

quand on y fait $\lambda = -1$ ou $\lambda = 1$.

» Si donc la série (2) converge pour $\lambda = \pm 1$, elle fournira la solution du problème de Dirichlet pour la région intérieure à S en y faisant $\lambda = -1$ et pour la région extérieure en y faisant $\lambda = 1$.

» Neumann a démontré que la série (2) converge pour $\lambda = \pm 1$ à deux conditions : 1° si la surface S est convexe ; 2° si l'on a

$$\int \Phi \gamma \, d\omega = 0, \tag{5}$$

γ étant la densité de l'électricité en équilibre sur la surface S lorsque l'on suppose cette surface conductrice et très éloignée de tous les autres conducteurs.

» Cela suffit pour résoudre le problème de Dirichlet toutes les fois que S est convexe, que la condition (5) soit d'ailleurs remplie ou non.

» En revanche, un examen superficiel pourrait faire croire que la première condition est essentielle et que la méthode de Neumann ne s'applique qu'aux surfaces convexes.

» Il n'en est rien pourtant; je suis parvenu à démontrer que la série (2) converge encore, pourvu que la condition (5) soit remplie, *quand la surface* S *n'est pas convexe*. J'ai supposé toutefois que S est simplement connexe et ne présente pas de singularité, je veux dire qu'elle a en tout point un plan tangent et des rayons de courbure déterminés. Il est d'ailleurs probable que ces deux conditions, ou au moins la seconde, ne sont pas nécessaires.

» Ne pouvant développer ici toute la démonstration, j'en vais indiquer la marche générale.

» Soient J_{ik} et J'_{ik} les valeurs de l'intégrale

$$\int \left(\frac{dW_i}{dx} \frac{dW_k}{dx} + \frac{dW_i}{dy} \frac{dW_k}{dy} + \frac{dW_i}{dz} \frac{dW_k}{dz} \right) dx\, dy\, dz,$$

étendue respectivement à tous les points x, y, z intérieurs à S et à tous les points extérieurs à S. On trouve aisément

$$J_{ik} = J_{i-1,k+1}, \qquad J'_{ik} = J'_{i-1,k+1},$$

ce qui nous permet de poser

$$J_{ik} = J_{i+k}, \qquad J'_{ik} = J'_{i+k}.$$

» On trouve ensuite facilement

$$J_m + J'_m = J_{m-1} - J'_{m-1}, \qquad J_{2m} > 0, \qquad J'_{2m} > 0.$$

$$\frac{J_2}{J_0} < \frac{J_4}{J_2} < \frac{J_6}{J_4} < \ldots < 1.$$

» On peut ensuite, si la surface est simplement connexe, assigner une limite supérieure M et une limite inférieure μ au rapport $\frac{J_{2m}}{J'_{2m}}$; ces deux limites, qui sont évidemment positives, ne dépendent que de la surface S. Si donc nous posons

$$\frac{M-\mu}{M+\mu}=L,$$

nous aurons

$$0<L<1.$$

On trouve ensuite

$$J_{2m}+J'_{2m}<AL^{2m},$$

A étant une constante; et cela prouve que la série

$$\sqrt{J_0}+\sqrt{J_2}+\sqrt{J_4}+\dots$$

est convergente.

» Définissons maintenant une constante C_m par l'équation

$$\int U_m\,d\omega=C_m\int d\omega,$$

les intégrales étant étendues à tous les éléments $d\omega$ de la surface S, de sorte que $\int d\omega$ n'est autre chose que l'aire totale de cette surface. Posons alors

$$K_m=\int (U_m-C_m)^2\,d\omega.$$

» On peut démontrer, si la surface S est simplement connexe, que

$$K_m<B(J_{2m}+J'_{2m})<ABL^{2m},$$

B étant une constante.

» D'autre part, U_m est plus petit en valeur absolue qu'un facteur constant multiplié par N^m, $N+1$ étant le maximum du nombre des points de rencontre d'une droite avec la surface S; et il en est de même, par conséquent, de C_m et de U_m-C_m.

» En combinant ces deux séries d'inégalités, on peut démontrer que

$$|U_{m+1}-C_m|<(\alpha+\beta m)L^m,$$

α et β étant deux constantes positives.

» Il résulte de là que la série

$$U_0+\lambda(U_1-C_0)+\lambda^2(U_2-C_1)+\dots$$

est convergente pour $\lambda = \pm 1$. Nous pouvons donc trouver une double couche satisfaisant, soit à la condition

$$V = \Phi + \text{const.},$$

soit à la condition

$$V' = -\Phi + \text{const.}$$

» Le problème de Dirichlet est donc résolu.

» J'ai été conduit, à ce propos, à certaines propositions que je n'ai pu démontrer complètement, mais que j'ai rendues vraisemblables par un mode de raisonnement dont on s'est souvent contenté en Physique mathématique, bien qu'il soit dépourvu de rigueur analytique.

» Je crois néanmoins devoir les énoncer ici.

» Il existe une infinité de fonctions que je désignerai par $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$, et qui jouissent des propriétés suivantes :

» La fonction φ_i est le potentiel d'une simple couche répandue sur la surface S; si donc l'on considère la projection de l'attraction due à cette couche sur une normale à S, cette projection n'aura pas la même valeur en deux points infiniment voisins du pied de cette normale, mais situés le premier à l'extérieur de S, le second à l'intérieur de S; j'appellerai la première de ces valeurs $\frac{d\varphi'_i}{dn}$ et la seconde $\frac{d\varphi_i}{dn}$. On aura, et c'est là la propriété qui sert de définition à φ_i,

$$\frac{d\varphi'_i}{dn} = -h_i \frac{d\varphi_i}{dn},$$

h_i étant une constante positive. L'intégrale

$$\int \sum \frac{d\varphi_i}{dx}\frac{d\varphi_k}{dx}\,dx\,dy\,dz = \int\left(\frac{d\varphi_i}{dx}\frac{d\varphi_k}{dx} + \frac{d\varphi_i}{dy}\frac{d\varphi_k}{dy} + \frac{d\varphi_i}{dz}\frac{d\varphi_k}{dz}\right)dx\,dy\,dz,$$

étendue soit à tous les points extérieurs à S, soit à tous les points intérieurs, sera nulle. Si je désigne par H_i et H'_i les deux valeurs de l'intégrale

$$\int \sum \left(\frac{d\varphi_i}{dx}\right)^2 dx\,dy\,dz,$$

étendue à la région intérieure à S et à la région extérieure, on aura

$$H'_i = h_i H_i.$$

» Si Φ est développable en une série de la forme

$$\Phi = \sum \alpha_i \varphi_i,$$

on aura, pour une valeur quelconque de λ,

$$W = \sum \frac{2\alpha_i \varphi_i}{h_i + 1 - \lambda(h_i - 1)} \qquad \text{à l'extérieur de S,}$$

$$W = \sum \frac{-2\alpha_i h_i \varphi_i}{h_i + 1 - \lambda(h_i - 1)} \qquad \text{à l'intérieur de S;}$$

d'où

$$J_p = \sum \frac{4\alpha_i^2 h_i^2}{(h_i+1)^2}\left(\frac{h_i - 1}{h_i + 1}\right)^p H_i, \qquad J'_p = \sum \frac{4\alpha_i^2 h_i}{(h_i+1)^2}\left(\frac{h_i - 1}{h_i + 1}\right)^p H_i.$$

» J'ajoute que, M et μ étant les constantes définies plus haut, on a

$$M > h_i > \mu. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *Sur la forme de l'intrados des voûtes en anse de panier.* Note de M. **H. Resal.**

« On attribue à Huygens (vers l'année 1700) le premier tracé rationnel d'un profil composé de trois arcs de cercle. On reproche à ce profil, surtout pour les faibles montées, de produire un effet disgracieux résultant d'un trop brusque changement de courbure aux points de raccordement.

» Perronet, pour le pont de Neuilly (1768-74), a cherché à éviter cet inconvénient par un tracé empirique à onze centres; mais d'après Dupuit, inspecteur général des ponts et chaussées, il eût été aussi avantageux d'avoir recours à l'ellipse, qui diffère très peu de ce profil.

» En désignant par n un nombre entier supérieur à l'unité, si l'on se propose de construire un profil à $2n+1$ centres, on peut se donner arbitrairement, de part et d'autre de la montée, les positions de $n-1$ de ces centres, à la seule condition, en vue du coup d'œil, que les rayons augmentent en remontant des naissances à la clef. En se plaçant à ce point de vue, l'inspecteur général des ponts et chaussées Michal (1831) a donné une solution très satisfaisante du problème, en faisant intervenir d'une manière ingénieuse les rayons de courbure de l'ellipse; toutefois, même pour $n = 2$, il y a trop peu de différence entre le profil de Michal et l'ellipse pour qu'il y ait lieu de le préférer à cette courbe dont le tracé est d'ailleurs plus simple.

» L'ellipse serait plus employée si le débouché n'était pas restreint aux naissances.

» En partant de ces diverses considérations, j'ai été conduit à déter-

miner une forme analogue à celle de Huygens dont la construction est commode, mais de manière qu'elle soit plus agréable à l'œil. Cette nouvelle forme est d'ailleurs à l'abri des critiques dont l'ellipse est l'objet.

» Soient

A, A′ les naissances;
I le milieu de l'ouverture $\overline{AA'} = a$;
$\overline{IS} = b$ la montée;
O, C les centres des arcs de cercle partant de S et de A;
m le point de raccordement des arcs;
$R = \overline{OC}$, $R' = \overline{CA}$.

» On a

$$a = R' + \overline{CI}, \qquad \overline{CI}^2 = \overline{CO}^2 - \overline{OI}^2 = (R - R')^2 - (R - b)^2;$$

d'où, par l'élimination de $\overline{CI}$,

$$R' = \frac{2Rb - (a^2 + b^2)}{2(R - a)}.$$

» On atténuera autant que possible l'effet disgracieux du raccordement en m, si, en considérant R comme variable, on rend maximum le rapport $\frac{R'}{R}$ des courbures. On obtient ainsi

$$\text{(R)} \qquad \frac{R}{a} = \frac{1 + \lambda^2 + (1 - \lambda)\sqrt{1 + \lambda^2}}{2\lambda}, \qquad \frac{R'}{a} = \frac{\lambda\sqrt{1 + \lambda^2}}{1 - \lambda + \sqrt{1 + \lambda^2}},$$

en posant $\frac{b}{a} = \lambda$.

» Je vais maintenant traduire algébriquement les éléments du profil de Huygens.

» Soient

T l'intersection de la direction de $\overline{IS}$ avec la circonférence décrite sur le diamètre AA′;
$\overline{An}$ le côté de l'hexagone régulier inscrit;
m l'intersection de ce côté avec la parallèle Sm à la corde $\overline{nT}$.

» Les centres C, O sont déterminés par les intersections, avec $\overline{IA}$ et le prolongement de $\overline{SI}$, de la parallèle en m à $\overline{nT}$. Si l'on pose $n\widehat{IT} = 2\alpha = 30°$, on a

$$n\widehat{IA} = 90° - 2\alpha, \qquad n\widehat{AI} = 90° - \frac{1}{2}(90° - 2\alpha) = \frac{\pi}{4} + \alpha.$$

» En projetant la ligne brisée $\mathrm{A}m\mathrm{S}$ sur l'horizontale et la verticale, on obtient

$$\overline{m\mathrm{S}}\cos\alpha + \overline{\mathrm{A}m}\cos\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right) = a, \qquad \overline{m\mathrm{S}}\sin\alpha + \overline{\mathrm{A}m}\sin\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right) = b,$$

d'où

$$\overline{m\mathrm{S}} = a(\sin\alpha+\cos\alpha) - b(\cos\alpha - \sin\alpha), \qquad \overline{\mathrm{A}m} = \frac{b\cos\alpha - a\sin\alpha}{\sin\frac{\pi}{4}}$$

et

$$\mathrm{R} = \frac{\overline{m\mathrm{S}}}{2\sin\alpha} = \frac{a}{2}(1+\cot\alpha) - \frac{b}{2}(\cot\alpha - 1), \qquad \mathrm{R}' = \frac{\overline{\mathrm{A}m}}{2\sin\left(\frac{\pi}{4}+\alpha\right)} = \frac{b\cot\alpha - a}{\cot\alpha - 1},$$

ce qui revient à

$$\text{(H)} \qquad \frac{\mathrm{R}}{a} = 2,36602 - 1,36602\lambda, \qquad \frac{\mathrm{R}'}{a} = 1,36602\lambda - 0,36602.$$

» Si pour l'ellipse (E) on désigne par R, R′ les rayons de courbure à la clef et aux naissances, on a

$$\text{(E)} \qquad \frac{\mathrm{R}}{a} = \frac{1}{\lambda^2}, \qquad \frac{\mathrm{R}'}{a} = \lambda^2.$$

» Je vais maintenant appliquer les formules précédentes à deux cas spéciaux.

» Les limites pratiques de λ sont $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{3}$, d'où le Tableau suivant :

	Formules.	$\frac{\mathrm{R}}{a}$.	$\frac{\mathrm{R}'}{a}$.	$\frac{\mathrm{R}'}{\mathrm{R}}$.
$\lambda = \frac{1}{2}$	(R)........	1,80910	0,36602	0,20232
	(H).......	1,68301	0,31699	0,18829
	(E)........	4,00000	0,25000	0,06250
$\lambda = \frac{1}{3}$	(R)........	2,72076	0,15911	0,05848
	(H).......	1,91068	0,08932	0,04861
	(E)........	9,00000	0,11111	0,01234

» Les épures mettent en relief l'avantage du système (R) sur les deux autres.

» J'avais pensé à prendre pour forme de l'intrados une ligne représentée par l'équation

$$\left(\frac{x}{a}\right)^{2m} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

dans laquelle $m > 1$ et, par suite, $\mathrm{R} = 0$, $\mathrm{R}' = m\lambda^2$. Pour $m = \frac{4}{3}$, la valeur de R′ diffère peu de celle qui se rapporte au système (R); on peut objecter qu'ici les joints vers la clef se rapprochent trop de la verticalité. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la pluralité des chlorophylles. Remarques à propos de la Note de M.* Étard [1]; par M. **Arm. Gautier.**

« Les travaux de Physiologie végétale de M. Étard sont trop importants et trop consultés pour que je laisse passer sa dernière *Note sur la pluralité des chlorophylles* sans observer que dès 1877, époque où tout le monde admettait l'identité de cette substance dans tous les végétaux, j'observais que la chlorophylle de l'épinard, que je venais d'obtenir cristallisée, diffère de celle d'autres végétaux, en particulier de celle qu'on peut extraire des Graminées, à la fois par sa pauvreté en azote, sa plus grande richesse en oxygène et ses propriétés spéciales. J'établissais, dès cette époque, non seulement la pluralité des chlorophylles, mais leur cristallisabilité, l'absence absolue de fer et la présence du phosphore et du magnésium organiques, dans les cristaux de cette substance, solubles dans le sulfure de carbone et l'éther.

» En 1886, revenant sur ce sujet dans mon *Mémoire sur le mécanisme de la variation des êtres vivants* [2], je montrai que tandis que la chlorophylle principale du ray-grass (*Graminées*) est bien représentée par la formule $C^{30}H^{48}Az^2O^3$, celle de l'épinard (*Chénopodées*) répond à $C^{40}H^{64}Az^2O^4$, formule que je suis heureux de trouver l'occasion de rétablir exactement ici [3]. J'observais aussi, dans le Mémoire que je viens de citer (p. 49), que d'après des analyses déjà anciennes de M. S. Morot, ancien élève et préparateur de J.-B. Dumas, la chlorophylle de la mauve paraît répondre à la formule $C^{18}H^{20}Az^2O^3$. Enfin je faisais remarquer, dans le même travail, que chez les Acotylédonées, et particulièrement dans la fougère mâle où je l'ai étudiée de plus près, la chlorophylle est toute différente et douée d'une telle sensibilité à l'oxygène de l'air en présence de la lumière qu'elle se transforme, sous les yeux du chimiste qui veut l'extraire, en une matière brune résultant de son oxydation, circonstance qui m'a empêché

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 328. *Ibid.*, t. CXIX, p. 289.

(2) *Hommage à M. Chevreul, à l'occasion de son Centenaire* (Félix Alcan, éditeur; Paris, 1886, p. 48).

(3) Voir *Hommage à M. Chevreul*, p. 48, et mon *Cours de Chimie*, t. III, p. 19. Une faute dans le calcul des analyses rapportées aux *Comptes rendus* (t. LXXXIX, p. 865) m'avait fait donner à la chlorophylle de l'épinard la composition $C^{19}H^{32}Az^2O^3$.

de la préparer complètement pure et de l'analyser. Cette sensibilité explique du reste que ces végétaux puissent vivre et assimiler dans la demi-obscurité des sous-bois où ils croissent généralement.

» J'ai donc le premier donné, par l'étude de leurs propriétés, de leur cristallisabilité, de leur sensibilité à la lumière, enfin par d'assez nombreuses analyses, la preuve de la *pluralité des chlorophylles*, confondues jusque-là sous un même nom; en même temps que j'ai démontré la présence dans ces substances du phosphore organique, et l'absence complète de fer auquel on avait attribué l'activité des chlorophylles et même leur coloration (*Hlassiwetz*), alors que cet élément n'agit qu'indirectement sur les phénomènes déterminés dans la feuille par le pigment chlorophyllien qui ne contient pas trace de fer.

» Dans les algues, les fucus, et peut-être dans certains végétaux plus élevés, on peut trouver des pigments bruns, jaunes ou rouges se comportant comme les chlorophylles, aptes comme elles à décomposer le système $CO^2 + H^2O$, ou les systèmes analogues, et à en dégager de l'oxygène. C'est là une nouvelle preuve de la pluralité des pigments complexes auxquels appartient la fonction importante de recueillir l'énergie lumineuse qui dans la feuille transforme les corps chargés d'oxygène en corps réduits. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la valeur agricole des phosphates d'alumine. Remarques à propos de la Note de* M. Andouard (¹); par M. **Arm. Gautier.**

« Mes études sur les phosphates d'origine bactérienne, et en particulier sur ceux de la grotte de Minerve, m'avaient amené à me préoccuper de l'assimilabilité des phosphates d'alumine dont j'avais découvert un banc assez important dans cette grotte. Depuis quelques années d'ailleurs, les phosphates de l'île *Redonda* (Mexique) et de celle du *Connétable* (Guyane) arrivaient en Angleterre et en France pour être livrés à l'agriculture, et l'on devait se poser la question de savoir si, sous cette forme, l'acide phosphorique est assimilable. Déjà, dans des expériences de grande culture faites à Narbonne sur des milliers de tonnes, par mon frère, M. G. Gautier, et d'autres agronomes distingués, les phosphates de chaux et d'alumine d'origine animale de Minerve avaient été reconnus plus efficaces, à même

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 337.

dose d'acide phosphorique, que les phosphates de chaux habituellement employés, et même que les superphosphates, en sommant les récoltes de trois années. Grâce à la présence de la couche de phosphate d'alumine presque pur de la grotte de Minerve ([1]), on avait même pu se rendre compte de la haute efficacité de ce phosphate employé séparément.

» Dans ma Note *Sur la formation des phosphates naturels d'alumine et de fer* ([2]), j'observais aussi que le sol arable, récemment fumé ou non, contient généralement, à côté du phosphate de chaux, de petites quantités de phosphate d'alumine, d'origine fermentative, qu'on peut lui enlever par des lessives faibles de soude. Quant à l'assimilabilité de ce phosphate d'alumine, je concluais (p. 1493):

» On sait que le phosphate d'alumine est soluble en présence de l'ammoniaque dans le tartrate et le citrate d'ammoniaque. Nous avons aussi reconnu qu'il est un peu dissous par le phosphate d'ammoniaque ammoniacal, mais qu'il l'est très facilement dans le lactate d'ammoniaque surtout ammoniacal, l'un des produits de la fermentation bactérienne. Cette solubilité dans les produits de fermentation des fumiers ou du terreau assure la facile assimilation de ce phosphate par les plantes.

» Contrairement à ce que l'on pensait généralement avant ces recherches, j'ai donc reconnu la facile assimilabilité de l'acide phosphorique apporté par le phosphate d'alumine, et j'en ai donné en partie l'explication. La Note de M. Andouard sur la valeur agricole du phosphate d'alumine du Grand-Connétable vient confirmer mes observations et celles de mon frère à ce sujet.

» Mais s'il est vrai que la *minervite* $(PO^4)^2Al^2,7H^2O$, d'origine bactérienne, et en général les phosphates d'alumine plus ou moins amorphes qui ont pour origine la décomposition des guanos et autres matières animales ou végétales, et dont l'alumine a été indirectement empruntée à la roche ambiante (phosphates d'alumine de Minerve, des îles du Connétable, d'Alta Vala, de Redonda, de la côte du Pérou) deviennent facilement assimilables dans le sol, cette propriété ne saurait être attribuée aux phosphates doubles de chaux et d'alumine cristallisés d'origine hydrominérale ancienne, tels que la *cirrholite* ou la *tavistockite*, ou aux phosphates d'alumine cristallisés de même origine (*variscite, callaïnite, berlinite, gibbsite, wavellite, fischérite, péganite, evansite*). Le phosphore de ces minéraux finement broyés n'est pas plus rapidement ni plus utilement

(1) Voir sa composition, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1173.
(2) *Ibid.*, t. CVI, p. 1492. Année 1893.

assimilé par les plantes que celui de l'apatite cristallisée du Canada ou du Valais, et mes observations, aussi bien que celles de M. Andouard, relativement à l'assimilation facile du phosphate d'alumine, ne sauraient s'appliquer qu'aux phosphates indirectement issus des fermentations des matières azotées, animales ou végétales, phosphates généralement amorphes ou indistinctement et partiellement cristallisés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage des composés tanniques.* Note de M. **Aimé Girard.**

« J'ai fait connaître, en 1882 [1], un procédé de dosage des composés tanniques qui repose sur la fixation de ces composés par une membrane animale de composition définie et constante. Cette membrane est constituée par la tunique médiane de l'intestin du mouton, tunique faite de tissu musculaire pur et que j'empruntais alors aux cordes harmoniques livrées par l'industrie aux artistes sous le nom de *ré de violon*. Ce procédé, à mainte reprise, a été appliqué par divers chimistes, auxquels il a fourni des résultats excellents; mais à d'autres il a donné un insuccès absolu.

» A l'occasion d'une longue étude sur la composition des raisins des principaux cépages de France, entreprise, il y a deux ans, par M. Lindet et par moi, étude dont nous présenterons bientôt les résultats à l'Académie, il m'a semblé nécessaire de reprendre l'étude de ce procédé et de rechercher à quelle cause il convient d'attribuer le succès des uns et l'insuccès des autres. Je n'ai pas tardé à reconnaître que cette cause devait être cherchée dans l'inégale qualité des cordes harmoniques demandées au commerce courant par les expérimentateurs.

» A l'époque où j'ai combiné le procédé dont il s'agit, M. Thibouville-Lamy avait bien voulu préparer, à mon intention, des produits d'une pureté exceptionnelle; cette pureté, les chimistes qui ont fait l'application de mon procédé, ne l'ont pas toujours rencontrée.

» Les boyaux de mouton destinés à la fabrication des cordes harmoniques, doivent être, en effet, tout d'abord, très soigneusement râclés au dé, pour en détacher d'un côté la membrane séreuse ou péritonéale, d'un autre la membrane muqueuse, de façon à mettre à vif la membrane ou tunique médiane, exclusivement faite de fibres musculaires accolées.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCV, p. 185.

Immergée ensuite dans une solution potassique, traitée quelquefois par différents réactifs, la membrane, purifiée mécaniquement comme il vient d'être dit, est, dans ces conditions, dégraissée aussi complètement que possible. En même temps, elle acquiert des propriétés adhésives telles que, tordue avec deux ou trois membranes semblables sur un métier, filée, c'est l'expression technique, elle se dessèche sous la forme d'un toron solide qui constitue la corde harmonique.

» Mais, à moins de soins tout spéciaux, tels que ceux que M. Thibouville-Lamy avait bien voulu donner aux produits qu'il avait spécialement préparés pour mes études, il est impossible d'obtenir, dans ces conditions, une membrane animale absolument pure.

» En examinant, au microscope, des produits de fabrication courante, même des produits déjà assez soignés, j'ai reconnu qu'au tissu musculaire restaient toujours adhérentes quelques plages de tissu adipeux, tandis que, d'autre part, du fait de leur macération plus ou moins prolongée dans un bain alcalin, les membranes, malgré des lavages répétés, emportent toujours une proportion importante de carbonate et de sulfate de potasse.

» Un certain nombre d'échantillons ainsi préparés, d'origine différente, ont été, dans mon laboratoire, analysés avec soin par un de mes préparateurs, M. Lanier, au point de vue de l'importance pondérale des matières grasses et des matières salines ainsi retenues par la matière animale : il a constaté, sur quatre échantillons, que le pourcentage des unes et des autres s'élevait aux chiffres suivants :

	I.	II.	III.	IV.
Humidité	13,42	12,07	6,93	7,53
Matières grasses	2,88	1,60	1,91	0,99
Sels solubles à l'eau	10,56	10,46	5,01	6,10
Tissu animal sec	73,14	75,87	86,15	85,30
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Il est aisé de comprendre comment des produits aussi chargés d'impuretés peuvent, dans la pratique, donner de mauvais résultats. C'est toujours, en effet, un poids connu de tissu animal que le chimiste doit présenter au liquide tannifère; mais ce tissu, s'il est aussi impur que les précédents, abandonnera à l'eau de 5 à 10 pour 100 de sels solubles; une fois tanné, soumis à une dessiccation à 100°-105°, il perdra, pour peu que la dessiccation se prolonge, 1 à 2 pour 100 de matières grasses entraînées à l'état de vapeur, de telle sorte que, malgré la fixation du tanin, son poids, au lieu d'avoir augmenté, en fin d'analyse, pourra fort bien se montrer inférieur au poids initial.

» Rien n'est plus aisé, une fois ces causes d'erreur connues, que de les éviter. Au lieu de se préoccuper de la recherche de cordes harmoniques amenées à un état de pureté exceptionnel, on pourra dorénavant se contenter de demander, au fabricant de cordes harmoniques, des boyaux préparés à la manière ordinaire, avec le plus de soin possible cependant, mais dont on achèvera la purification au laboratoire comme on y purifie les réactifs destinés à l'analyse.

» Ces boyaux, il sera inutile qu'ils aient été tordus en forme de cordes harmoniques. Séchés simplement et individuellement sur le métier, passés, comme de coutume à l'acide sulfureux qui en assurera la conservation, ils suffiront largement pour le dosage des composés tanniques.

» Recoupés alors sous forme de fils de $0^m,15$ de longueur environ, réunis en petits bottillons, ils seront, à froid, et par simple macération, soumis à l'action de la benzine cristallisable, dissolvant qu'aujourd'hui on trouve dans le commerce à très bon compte. Trois ou quatre fois, jusqu'à ce que la benzine n'enlève plus de matières grasses, ces lavages seront répétés; puis les fils ainsi dégraissés seront exposés à l'air libre, à froid, et quand, dans ces conditions, ils auront abandonné la benzine dont ils étaient imprégnés, on fera succéder aux lavages à la benzine trois ou quatre lavages à l'eau distillée froide.

» Sortis enfin de l'eau, gonflés par celle-ci, les fils ainsi débarrassés de tout sel soluble, seront, en les déplaçant de temps en temps pour éviter qu'ils ne collent les uns aux autres, séchés à l'air libre et à froid.

» Ainsi purifiés, les fils constitués par la tunique musculaire du boyau de mouton sont prêts à être employés au dosage des composés tanniques, suivant la méthode que j'ai fait connaître en 1882. Toutes les causes d'erreur sont alors écartées, et aucun des accidents qu'ont éprouvés quelques chimistes dans ces dernières années n'est à craindre.

» J'ai eu l'occasion, récemment, de contrôler cette méthode, en opérant soit sur des solutions titrées de tanin, soit sur des jus d'écorce, soit sur des vins, etc., et j'ai pu ainsi, de nouveau, constater les avantages qu'elle présente au point de vue de la précision. Appliquée par M. Lindet et par moi au dosage des composés tanniques contenus dans les diverses parties de la grappe du raisin, elle nous a donné, en 1893 et 1894, les résultats les plus satisfaisants. »

CHIMIE. — *Remarques sur les poids atomiques.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Depuis bien longtemps, je m'occupe de chercher des relations entre les poids atomiques des éléments et, si je n'ai pas encore publié mon essai de classification des corps simples, c'est que cette étude présente de grandes difficultés et que les erreurs sont aisées à commettre. On trouve parfois des relations intéressantes en classant les éléments suivant des systèmes, non seulement différents, mais incompatibles.

» Telle qu'elle était il y a quelques années, cette classification a donné le poids atomique du gallium avec une exactitude très satisfaisante et m'a permis de modifier assez heureusement le poids atomique du germanium, alors déterminé provisoirement par M. Winkler sur une matière encore impure.

» Ces deux petites réussites seront, je l'espère, mon excuse auprès de l'Académie, si j'ose lui soumettre aujourd'hui certaines déductions de ma théorie qui semblent pouvoir se rattacher à la question de l'argon.

» Le corps, si brillamment découvert par MM. Rayleigh et Ramsay, vient peut-être en effet prendre place dans une famille d'éléments dont aucun terme n'était encore connu.

» Cette famille, dont ma classification paraît permettre de supposer l'existence, serait de nature métalloïdique et comprendrait des éléments ayant pour poids atomiques : $20,0945$; $36,40 \pm 0,08$; $84,01 \pm 0,20$; $132,71 \pm 0,15$ (¹), si l'on prend arbitrairement $O = 16$.

» L'atomicité de la nouvelle famille serait théoriquement paire (octo-atomique), mais les éléments qui la composent semblent devoir être privés de la faculté de se combiner aux autres éléments.

» Les corps 20,0945 et 36,40 doivent être relativement abondants dans la nature, mais le corps 84,01 et surtout le corps 132,71 y doivent être rares.

» L'élément 36,40 doit être plus volatil que le soufre et l'élément 20,0945 plus volatil que l'oxygène. Enfin, les éléments 84,01 et 132,71 doivent être respectivement plus volatils que le sélénium et que le tellure.

(¹) Les erreurs possibles, présentement admises, dépendent, en partie, de l'incertitude des poids atomiques expérimentaux pris pour bases des calculs.

» Au moment de présenter cette Note à l'Académie, je lis, dans la *Revue générale des Sciences*, le Mémoire de MM. Rayleigh et Ramsay, et j'y vois que ces savants ont pensé à rattacher l'argon à une famille qui viendrait prendre le huitième rang dans la classification de M. Mendéléeff. Il me semble qu'ils ont parfaitement raison. Les considérations d'après lesquelles j'ai présupposé l'existence d'une nouvelle famille métalloïdique et octo-atomique, ne sont point les mêmes que celles qui ont conduit M. Mendéléeff à sa classification, mais elles ne leur sont point contraires, loin de là. Ce sont des points de vue différents qui permettent, je le crois, de voir différents côtés d'une même vérité et dont chacun présente des avantages spéciaux. Ma classification se réclame de l'avantage de permettre le calcul, exact ou très approché, des poids atomiques. »

M. H. Resal fait hommage à l'Académie du Tome I de la seconde édition de son « Traité de Mécanique générale, comprenant les leçons professées à l'École Polytechnique ».

M. Appell présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales*, dont il est l'auteur, en collaboration avec M. *Édouard Goursat*.

« Le but principal de cet Ouvrage est d'exposer la conception de Riemann pour la représentation des fonctions algébriques et de leurs intégrales sur une surface formée de feuillets superposés, et de faire connaître les principales découvertes auxquelles ont donné lieu les travaux du grand géomètre dans la voie ouverte par Abel, Cauchy, Puiseux et Jacobi.

» La méthode suivie ne repose pas sur le *théorème d'existence* comme celle de Riemann : elle se rapproche des méthodes de Cauchy et de Puiseux, et n'emploie le système des feuillets superposés que comme un mode de représentation, bien plus simple que les lacets, conduisant immédiatement de l'idée de connexion à la notion du genre.

» Les points principaux de la théorie sont d'abord exposés pour le cas simple des intégrales hyperelliptiques qui sont formées et étudiées en détail. Les notions essentielles ainsi acquises sont ensuite étendues au cas général; l'étude des transformations birationnelles et le théorème de Nöther, dont la démonstration est tirée d'une remarque d'Halphen, servent à faire disparaître les singularités autres que les points doubles et

simplifient beaucoup la formation des intégrales abéliennes des trois espèces. Sont ensuite étudiées en détail les propriétés des intégrales abéliennes, le théorème de Riemann-Roch, le théorème d'Abel et ses applications analytiques. Au sujet du problème d'inversion de Jacobi et du problème d'inversion généralisé par Rosenhain, par Clebsch et Gordan, il est démontré que les fonctions symétriques des inconnues sont uniformes; ces fonctions ne sont pas formées effectivement, car la théorie des fonctions Θ ne rentre pas dans le cadre de l'Ouvrage. Dans les derniers Chapitres, on établit la notion de courbes normales et de modules d'une classe de courbes algébriques, puis on indique quelques-unes des applications géométriques du théorème d'Abel. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Prompt** adresse, par l'entremise de M. Bouquet de la Grye, un Mémoire relatif à la congélation de l'eau.

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'inscription astronomique de Keskinto.* Note de M. **Paul Tannery**, présentée par M. Tisserand.

« D'un fragment d'inscription astronomique, au déchiffrement duquel j'ai prêté mon concours, et qui vient d'être publié par M. Hiller von Gaertringen dans les *Inscriptiones græcæ insularum maris Ægei*, fasc. I, n° 913 (cp. les *Corrigenda*, page 207), on peut tirer des conclusions importantes sur l'état de la théorie des planètes immédiatement avant Hipparque.

» Cette inscription, trouvée dans l'île de Rhodes, et dont la date peut être assignée entre 150 et 50 avant J.-C., donnait en effet, pour chaque planète, et pour une même période (*grande année*) commune à toutes, les nombres entiers de quatre sortes de révolutions distinctes, supposées accomplies pendant cette même période.

» Les nombres qui subsistent dans le fragment sont ceux qui concernent les trois planètes supérieures, plus le quatrième relatif à Mercure. Quant

à la durée de la période commune, elle est donnée, en années solaires, par la somme, identique pour les planètes supérieures, des nombres I et IV. Cette somme est 291400; la précession des équinoxes n'étant pas encore reconnue, ces années solaires sont à compter de $365^j \frac{1}{4}$.

	Mouvements moyens de			
	Mercure.	Mars.	Jupiter.	Saturne.
I. Longitude........	[291400]	154920	24500	9920
II. Latitude..........	?	154360	24560	9893
III. Altitude..........	?	182680	242600	271760
IV. Élongation........	918700	136480	266900	281480

» On peut, de ces nombres, déduire, pour les durées des révolutions, les évaluations suivantes :

	Durée de la révolution de			
Révolution.	Mercure.	Mars.	Jupiter.	Saturne.
Zodiacale........	$365^j,25$	$687^j,02$	$4344^j,24$	$10729^j,22$
Tropique.........	?	689,52	4333,63	10758,50
Anomalistique....	?	582,62	438,72	391,65
Synodique.......	115,85	779,85	398,78	378,12

» Si les nombres inscrits dans le premier des deux Tableaux ci-dessus diffèrent, en certains points, de ceux que fournirait le texte de l'inscription, tel qu'il a été publié, ils répondent à de nouvelles lectures obtenues depuis l'impression, lectures dont M. Hiller a d'ailleurs reconnu le bien-fondé, et que son obligeance m'a permis d'appuyer sur mon examen personnel de l'estampage. Ces nombres peuvent désormais être regardés comme complètement assurés, sauf pour trois chiffres d'une importance secondaire (*Mercure,* IV, il peut y avoir pour les dizaines un chiffre significatif. *Mars,* III, le chiffre des mille peut être 1. *Saturne,* II, le chiffre des unités peut être 6).

» L'analogie de la théorie des planètes, sous la forme présentée par l'inscription, avec la théorie de la Lune dans l'antiquité est frappante. Mais, comme Eudoxe n'avait distingué que deux sortes de révolutions pour les planètes, et que Ptolémée regarde comme acquis qu'il n'y en a pas davantage, on doit en conclure que la fausse complication introduite dans l'intervalle n'est pas antérieure au troisième siècle avant notre ère, et que, dès le deuxième, elle fut écartée par Hipparque, dont le rôle, dans cette question, se trouve ainsi précisé et singulièrement relevé.

» Il est évident que les durées des révolutions synodiques et tropiques

ont été directement observées, et cela indépendamment les unes des autres. Au contraire, les durées de révolution zodiacale ont été déduites par le calcul. Le désaccord entre les nombres I et II, qui devraient être égaux, donne précisément la mesure de l'incertitude des procédés; il résulte, d'ailleurs, du mode même de détermination que les nombres II doivent être plus exacts que les nombres I pour Jupiter et pour Saturne, tandis que le contraire doit avoir lieu pour Mars.

» Quant à la révolution anomalistique (sur l'épicycle), sa différence avec la révolution synodique doit avoir été combinée (plus ou moins maladroitement) pour essayer de rendre compte de la seconde inégalité, le caractère synodique de la principale étant déjà reconnu. D'après Ptolémée (*Syntaxe*, IX, 2), la seconde inégalité avait, en effet, été constatée dès avant Hipparque, par l'observation des stations et rétrogradations; mais le fait qu'on avait cherché à lui assigner une période spéciale prouve bien qu'Hipparque fut le premier à la considérer comme zodiacale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface du sixième ordre, liée aux fonctions abéliennes de genre trois.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. C. Jordan.

« Les surfaces pour lesquelles les coordonnées d'un point sont des fonctions quadruplement périodiques de deux paramètres correspondent, *point par couple*, à une courbe C, de genre deux, c'est-à-dire qu'à un couple de points de C correspond un seul point de la surface, et, inversement, qu'à un point de la surface correspond, en général, un seul couple sur C. On peut étudier de même les surfaces qui correspondent point par couple à une courbe de genre p; il est aisé d'établir que, si à un point de la surface correspond un seul couple sur la courbe, la surface est de genre $\frac{1}{2}p(p-1)$.

» Le cas de $p=3$ sera seul abordé ici; pour les surfaces ainsi introduites, les coordonnées non homogènes d'un point sont des fonctions uniformes, à six paires de périodes, de trois paramètres u, v, w, liées par la relation

$$\Im(u, v, w) = 0,$$

où $\Im(u, v, w)$ désigne une des 64 fonctions abéliennes normales du premier ordre, qu'on peut d'ailleurs choisir arbitrairement. La courbe C est la courbe plane générale d'ordre quatre.

» Pour obtenir, par ce procédé, des surfaces intéressantes, il importe de chercher à abaisser le degré le plus possible; si d'ailleurs on veut des surfaces de genre trois, on voit facilement que le nombre *six* est le minimum du degré.

» Voici comment on peut définir une surface du sixième ordre, de la classe indiquée : elle présente, en outre, l'intérêt d'être liée d'une manière très simple à la surface de Kummer.

» Soient ϑ_1 et ϑ_2 deux quelconques des 64 fonctions thêta abéliennes normales, d'ordre un et à trois variables; le produit $\vartheta_1\vartheta_2$ a une certaine caractéristique, de plus il est pair ou impair. Les 62 autres fonctions thêta se groupent deux à deux de manière que le produit de deux fonctions, ϑ_i et ϑ_j, d'un même groupement, ait même caractéristique que $\vartheta_1\vartheta_2$: on forme donc, au total, 32 produits $\vartheta_i\vartheta_j$, parmi lesquels seize sont pairs et seize sont impairs. Les seize fonctions paires (comme aussi les seize impaires) s'expriment linéairement à l'aide de *quatre* d'entre elles, convenablement choisies.

» Désignons maintenant par Θ_1, Θ_2, Θ_3, Θ_4 celles des *quatre* fonctions ainsi définies qui n'ont pas la même parité que le produit $\vartheta_1\vartheta_2$, et considérons la surface S, pour laquelle les coordonnées homogènes d'un point sont

$$\rho x_i = \Theta_i(u, v, w) \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

u, v, w étant liés par la relation

$$\vartheta_1(u, v, w) = 0.$$

» La surface S est d'ordre six : en effet, d'après un important théorème de M. Poincaré, les trois fonctions abéliennes $\Theta_i = 0$, $\Theta_j = 0$, $\vartheta_1 = 0$, d'ordres 2, 2 et 1, ont $2.3.2.2.1 = 24$ zéros communs; si donc d désigne le nombre des zéros fixes communs à ϑ_1 et aux quatre fonctions Θ, le degré de S sera égal à $\frac{1}{2}(24 - d)$, (le facteur $\frac{1}{2}$ provient de ce que les fonctions Θ et ϑ_1 sont paires ou impaires). Or ϑ_1 et les quatre Θ s'annulent simultanément pour douze demi-périodes : le degré de S est donc bien égal à six.

» Aux demi-périodes et aux 63 fonctions Θ d'ordre un, autres que ϑ_1, correspondent sur S des points et courbes remarquables.

» Les douze demi-périodes qui annulent ϑ_1 et les quatre Θ donnent, sur S, douze droites, qui concourent en un même point O : ce point est un point triple de la surface, il correspond aux valeurs des paramètres qui annulent

à la fois ϑ_1 et ϑ_2. Aux seize autres demi-périodes annulant ϑ_1, correspondent, sur S, seize points doubles; aux 32 fonctions ϑ_i et ϑ_j, telles que le produit $\vartheta_i\vartheta_j$ ait la caractéristique, mais non la parité, de $\vartheta_1\vartheta_2$, correspondent trente-deux cubiques planes, situées deux par deux dans seize plans; enfin, aux 30 fonctions ϑ_k et ϑ_l, pour lesquelles $\vartheta_k\vartheta_l$ a la caractéristique et la parité de $\vartheta_1\vartheta_2$, correspondent trente biquadratiques gauches passant par le point triple.

» En étudiant de plus près ces relations, on voit que les seize points doubles de S sont ceux d'une surface de Kummer, dont les seize plans singuliers sont précisément ceux des 32 cubiques planes : j'indiquerai, dans une prochaine Note, quel lien géométrique simple existe entre la surface du sixième ordre et la surface de Kummer ainsi définie; de ce qui précède résulte déjà une conséquence.

» On sait que, sur une surface de Kummer, les seize points doubles peuvent être associés 8 à 8 de trente manières, les points d'un même groupe étant les huits points de base d'un réseau de quadriques; par les huit points de chaque groupe et par un point quelconque O de l'espace, passe donc une biquadratique : les trente biquadratiques ainsi obtenues sont sur une surface du sixième ordre, qu'elles déterminent complètement et qui est une surface S. Le point triple coïncide avec O; les douze droites de la surface qui se croisent en O sont les tangentes doubles qu'on peut mener de ce point à la surface de Kummer.

» En rattachant S à la courbe générale C, d'ordre quatre, on peut dire qu'à un couple de points pris sur C correspond un seul point de la surface; mais inversement, à un point de S correspondent, sur C, *deux* couples de points, situés sur une même droite. La surface est néanmoins de genre trois.

» Une droite du plan de C coupe cette courbe en quatre points, qui, associés deux à deux, forment *six* couples, auxquels correspondent, d'après ce qui précède, *trois* points de S : ces trois points de l'espace sont sur une même droite issue du point triple O. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés du silicium amorphe.* Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une précédente Note ([1]) nous avons indiqué qu'il était possible, dans certaines conditions, de réduire la silice par le magnésium et

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 94.

d'obtenir un silicium amorphe bien exempt de corps étrangers. Les propriétés de ce métalloïde sont les suivantes :

» *Propriétés physiques.* — C'est une poudre ténue, de couleur marron, s'attachant à toute substance humide ou rugueuse. Il absorbe facilement les gaz et la vapeur d'eau au point qu'il faut le chauffer jusqu'au voisinage du rouge pour l'en débarrasser. Densité moyenne à 15° : 2,35. On a pu le fondre et le volatiliser très facilement au four électrique. Il est soluble dans un grand nombre de métaux en fusion.

» *Propriétés chimiques.* — La chaleur ne paraît pas le modifier. On a pu le chauffer longtemps à des températures élevées sans que ses propriétés fussent changées, ce qui tient à la forte chaleur dégagée au moment de sa préparation. L'hydrogène n'a pas d'action. Le fluor l'attaque dès la température ordinaire.

» Le silicium s'enflamme vers 450° dans le chlore, vers 500° dans le brome; dans l'iode, il n'y a ni incandescence ni attaque apparente.

» Dans l'oxygène de l'air, il y a oxydation superficielle et sans incandescence; dans l'oxygène pur il y a combustion vive vers 400°; la chaleur est telle que la silice formée est fondue.

» Dans le soufre, l'incandescence a lieu vers 600°. L'azote n'agit pas au-dessous de 1000°; à une température supérieure, il attaque le silicium et donne un azoture amorphe. Le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, chauffés avec lui, distillent mais ne l'attaquent pas. Le carbone et le bore n'agissent qu'au four électrique. Quant aux métaux, ils ne paraissent pas se combiner au silicium aux températures dont on dispose généralement dans les laboratoires. Il n'y a guère que le magnésium qui, au rouge, donne un siliciure en produisant une vive incandescence.

» Les hydracides gazeux secs l'attaquent lentement vers le rouge sombre. L'hydrogène sulfuré, chauffé graduellement jusqu'à sa température de dissociation, n'a pas agi sur le silicium. Quant à l'ammoniaque, elle est décomposée au rouge cerise; tandis que l'hydrogène se dégage, l'azote se fixe sur le silicium pour donner un azoture.

» L'eau en vapeur est décomposée vers la même température; il se forme de la silice et de l'hydrogène qui se dégage. La décomposition est continue mais lente. L'anhydride sulfureux passant sur le silicium, chauffé au voisinage de 1000°, n'est pas réduit. L'oxyde azoteux et l'oxyde azotique agissent lentement vers 800°; il y a fixation d'azote et d'oxygène. Si l'attaque est brusque, il y a incandescence. L'anhydride phosphorique est réduit, avant le rouge, avec incandescence; il en est de même des composés oxygénés de l'arsenic et de l'antimoine. Entre 800° et 1000°, l'anhy-

dride carbonique est amené à l'état d'oxyde de carbone. Quant à ce dernier, il n'est pas attaqué même à 1200°. Aucun acide dissous ou liquide, agissant isolément, n'attaque le silicium, ni l'acide azotique fumant porté à l'ébullition, ni l'acide sulfurique concentré et bouillant, *ni l'acide fluorhydrique concentré chauffé à 100° avec lui*. L'action combinée de deux acides, ou d'un acide et d'un autre corps, est souvent efficace. Ainsi, l'eau régale à 100° agit à la longue et finit par le transformer en silice anhydre. Un mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique l'attaque dès la température ordinaire avec dégagement de vapeurs rutilantes et de fluorure de silicium. L'acide fluorhydrique mélangé soit au nitrate, soit au chlorate de potassium, agit avec violence; il en est de même de l'acide azotique ordinaire, mélangé au fluorure de potassium.

» Le fluorure d'argent est décomposé avec incandescence bien avant le rouge; il se forme du fluorure de silicium et l'argent, mis en liberté, se retrouve en petits grains fondus. Il en est de même des fluorures de zinc, de plomb, etc.

» La plupart des oxydes sont réduits, un grand nombre avec incandescence dans des tubes de verre au bec de Bunsen; tels sont, par exemple, les oxydes de mercure, de cuivre, de plomb, de bismuth, d'étain, de fer, de manganèse, etc. Les hydrates alcalins et alcalino-terreux sont attaqués avec énergie.

» Le fluorhydrate de fluorure de potassium s'empare du silicium et dégage de l'hydrogène. Le sulfate de plomb, le phosphate de calcium sont réduits. On peut projeter le silicium sur le chlorate de potassium en décomposition sans qu'il y ait incandescence, mais cette dernière se produit si l'on chauffe brusquement les deux corps mélangés intimement. L'azotate de potassium ne l'attaque qu'à sa température de décomposition; les carbonates alcalins, en fusion ou en solution, le transforment en silice. Certains oxydants, tels que le bichromate de potassium, le chromate de plomb sont décomposés avec explosion et incandescence avant le rouge. Le mélange d'acide azotique fumant et de chlorate de potassium n'a pas d'action sensible.

» Le silicium amorphe obtenu en réduisant la silice par le magnésium ne correspond ni à la variété amorphe α, ni à la variété amorphe β de Berzélius [1]. Il paraît, au contraire, se rapprocher du silicium cristallisé. Cependant, jusqu'ici ce dernier a été regardé comme incombustible dans

---

(1) Berzélius, 2e édition française, année 1845.

l'oxygène (¹). Cette indifférence n'est qu'apparente; si l'on élève brusquement la température, le silicium cristallisé s'enflamme vers 400° dans l'oxygène, il brûle avec un éclat éblouissant, et s'il est suffisamment pulvérisé, sa combustion peut être complète. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'oxydation du tanin de la pomme à cidre.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Aimé Girard.

« M. Bertrand vient d'appeler l'attention de l'Académie sur la présence, dans le latex de l'arbre à laque, d'un ferment soluble, *la laccase*, capable de déterminer des oxydations énergiques, et il a annoncé que des diastases de ce genre se rencontrent dans un grand nombre de plantes [2]. Au cours de l'année 1893, en étudiant les circonstances dans lesquelles le jus de pommes se colore au cours de la fabrication du cidre, j'ai été frappé de voir que les conditions d'oxydation du tanin contenu dans ces fruits correspondent exactement aux conditions d'existence d'un ferment soluble, et j'ai annoncé que ce ferment soluble semble présider à cette oxydation [3]. On ne connaissait à cette époque aucune diastase végétale à fonction oxydante, et j'ai attendu, pour exposer mes recherches à l'Académie, de pouvoir, par de nouvelles expériences, confirmer celles que je venais de publier. La découverte de M. Bertrand me permet d'être aujourd'hui plus affirmatif au sujet de la présence d'une diastase oxydante dans la pomme, et d'exposer les expériences que j'ai établies pour la démontrer.

» Quand on abandonne dans une cloche, placée sur le mercure, soit des tranches de pommes, soit de la pulpe, soit des éponges imbibées de jus, on voit le produit rougir et il est facile de constater qu'il y a eu dans la cloche absorption d'oxygène et dégagement d'acide carbonique. Le phénomène se produit avec la même intensité quand le jus que l'on répand sur les éponges stérilisées a été filtré à la bougie de porcelaine, quand la pulpe ou le jus a été additionné d'essence de moutarde; l'action oxydante ne peut donc être attribuée au développement d'un ferment figuré.

» D'autres antiseptiques, comme l'acide salicylique, diminuent dans

(¹) Sainte-Claire Deville, *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XLIX, p. 71.

(²) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 266.

(³) Journal *le Cidre*, 1893, p. 150.

une certaine mesure la marche du phénomène; le chloroforme ralentit l'oxydation, les sels de mercure l'arrêtent nettement. Ces faits ont été observés maintes fois vis-à-vis d'autres diastases : on sait que le chloroforme les insolubilise légèrement, que les sels de mercure les précipitent. Quand on fait varier l'acidité ou l'alcalinité des jus, on fait varier également la vitesse d'oxydation : ce sont là les conditions générales de l'action des ferments solubles.

» Quand on substitue au jus naturel du jus bouilli, celui-ci reste incolore et ne donne lieu à aucun échange de gaz; c'est d'ailleurs un fait connu que la pomme, une fois cuite, ne prend pas à l'air la teinte rouge qui caractérise l'oxydation de la pomme crue, au moment où on la coupe, au moment où on l'écrase. Ce phénomène ne s'explique qu'à la condition d'admettre l'existence d'un ferment soluble, dont la chaleur détruit les propriétés.

» On peut, en ajoutant à un jus de pommes de l'alcool, et en délayant dans l'eau le précipité obtenu, provoquer l'oxydation d'un jus préalablement bouilli. On peut également, en écrasant dans de l'alcool des pommes, dont on a d'avance extrait les gaz par l'action du vide, produire un jus à peine teinté de jaune, qui ne se colore plus à l'air. L'alcool précipite donc le ferment soluble et celui-ci est donc nécessaire à l'oxydation.

» J'ai, comme l'a fait M. Bertrand pour la laccase, cherché à provoquer l'oxydation du pyrogallol en présence d'un jus de pommes, et j'ai obtenu de la purpurogalline; le même jus, cuit au préalable et additionné d'acide pyrogallique, ne s'est même pas coloré sous l'action d'un courant d'air prolongé.

» On sait que les ferments solubles ont la singulière propriété de s'insolubiliser momentanément sur les corps qu'ils sont appelés à transformer; le cas de la papaïne qui se fixe sur la fibrine est connu. Le ferment de la pomme agit de cette façon vis-à-vis du tanin contenu dans le tissu végétal; on peut, en effet, laver des tranches de pommes à l'eau bouillie, jusqu'à ce que les liquides ne se colorent plus par les sels de fer, et voir ces tranches, qui jusque-là étaient incolores, prendre, aussitôt qu'elles sont exposées à l'air, la teinte rouge caractéristique.

» L'existence d'un ferment soluble, présidant à l'oxydation, et que, généralisant la dénomination adoptée par M. Bertrand, je considérerai comme une *laccase*, permet de se rendre compte de la rapidité avec laquelle une pomme coupée, broyée ou râpée, rougit à l'air. Le tanin et le ferment soluble, localisés dans des cellules spéciales, se trouvent brus-

quement en contact quand le couteau, le broyeur ou la râpe ont déchiré le tissu, et l'oxydation se produit aux dépens de l'air contenu dans les méats intercellulaires de la pomme, puis aux dépens de l'air extérieur. On peut provoquer cette oxydation dans le tissu même de la pomme ; il suffit de la meurtrir, en la frappant contre un corps dur, ou en la comprimant entre les doigts.

» Le tanin ne s'oxyde pas seulement dans le jus au moment où celui-ci sort du pressoir, il s'oxyde également sur le marc, et il se fixe à la cellulose que celui-ci renferme, par un véritable phénomène de teinture, comme il se fixe sur le coton, sur la toile, sur le bois, en colorant ceux-ci d'une belle teinte cachou. La matière azotée de la pomme se combine en grande partie au tannin, s'insolubilise sur le marc et y insolubilise le tanin ; celui-ci, réparti ainsi dans toute la masse spongieuse, présente à l'air une large surface d'oxydation.

» On peut donc considérer comme un fait établi que c'est à l'action d'une diastase, renfermée dans le tissu de la pomme, et appartenant au type des laccases, qu'est due l'oxydation du tanin de ce fruit; mais de nouvelles recherches sont nécessaires pour établir si cette diastase provoque directement l'oxydation, ou si elle dédouble le tanin en molécules plus oxydables que lui. »

CHIMIE. — *Sur la composition et l'analyse des eaux-de-vie.* Note de M. X. **Rocques**, présentée par M. Friedel.

« Les documents analytiques concernant les eaux-de-vie sont peu nombreux, aussi ai-je cru intéressant de grouper les résultats que j'ai obtenus, concernant seulement les échantillons sur la provenance desquels j'ai pu avoir des garanties suffisantes.

» Voici, succinctement, quels ont été les procédés de dosage employés :

» *Acides totaux.* — Titrage à la soude décime en se servant de phtaléine comme indicateur; résultats exprimés en acide acétique.

» *Éthers.* — Saponification par ébullition avec excès de soude décime et titrage alcalimétrique; résultats exprimés en acétate d'éthyle.

» *Aldéhydes.* — Dosage colorimétrique au moyen du bisulfite de rosaniline, par comparaison avec des liqueurs types d'aldéhyde éthylique; résultats exprimés en aldéhyde éthylique.

» *Furfurol.* — Dosage colorimétrique à l'acétate d'aniline, par comparaison avec des liqueurs types de furfurol.

» *Alcools supérieurs.* — Dosage par la méthode du Laboratoire municipal de Paris (traitement par l'acide sulfurique après élimination préalable des aldéhydes par la métaphénylène-diamine, résultats exprimés en alcool isobutylique.

» *Ammoniaque libre, des amides et des bases.* — Évaporation en présence d'acide sulfurique; dosage par le procédé Kjehldal.

» Pour rendre les résultats plus comparables, j'ai exprimé les corps dosés en grammes par hectolitre d'alcool à 100°.

» Les Tableaux suivants résument les chiffres obtenus :

Eaux-de-vie de vins ou trois-six genre Montpellier (14 analyses).

1 hectolitre d'alcool à 100° renferme :	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
	gr	gr	gr
Acides totaux	118,28	7,34	45,08
Éthers	330,17	52,90	169,91
Aldéhydes	63,12	10,03	23,84
Furfurol	2,30	traces	0,23
Alcools supérieurs	384,59	78,20	192,04
Ammoniaque	0,33	0,08	0,18
Total	773,56	175,03	430,52
Rapport : alcools supérieurs / éthers	2,32	0,43	1,13

Cognacs (11 analyses).

1 hectolitre d'alcool à 100°, renferme :	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
	gr	gr	gr
Acides	138,30	8,94	77,65
Éthers	198,34	86,80	137,18
Aldéhydes	40,05	7,38	22,80
Furfurol	25,25	1,01	3,94
Alcools supérieurs	304,59	162,05	212,64
Ammoniaque	8,05	0,36	1,18
Total	629,06	287,78	455,39
Rapport : alcools supérieurs / éthers	2,5	0,9	1,54

Eaux-de-vie de marcs de vins (10 analyses).

1 hectolitre d'alcool à 100° renferme :	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
	gr	gr	gr
Acides	169,35	12,40	82,15
Éthers	437,31	78,80	195,92
Aldéhydes	518,95	73,11	251,46
Furfurol	1,50	traces	0,45
Alcools supérieurs	333,46	46,82	217,73
Ammoniaque	1,41	0,32	0,50
Total	1227,95	494,60	748,12
Rapport : alcools supérieurs / éthers	2,54	0,26	1,21

Rhums (9 analyses).

1 hectolitre d'alcool à 100° renferme :	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
	gr	gr	gr
Acides	295,55	189,60	240,31
Ethers	381,86	152,77	275,01
Aldéhydes	30,77	17,33	23,61
Furfurol	6,94	0,90	4,23
Alcools supérieurs	86,00	44,94	62,60
Ammoniaque	3,70	1,87	2,85
Total	705,07	465,45	608,61
Rapport : alcools supérieurs / éthers	0,57	0,11	0,22

» J'ai cherché à tirer, de ces chiffres, des indications intéressantes pour l'analyse des eaux-de-vie commerciales, et notamment pour caractériser l'addition d'alcools industriels aux eaux-de-vie naturelles.

» On remarque tout d'abord qu'il y a des écarts très importants entre les teneurs maxima et minima des divers éléments étrangers à l'alcool éthylique.

» Ce sont les résultats analytiques obtenus avec les rhums qui présentent

le plus de constance. Pour ces eaux-de-vie, l'écart est relativement faible entre les valeurs maxima et minima, et il y a une certaine coïncidence entre les écarts observés dans la teneur des divers corps dosés ; mais il n'en est pas de même avec les eaux-de-vie de vins ou de marcs. L'acidité, notamment, est très variable, et il ne faut pas espérer tirer parti de ce dosage pour tirer des conclusions de l'analyse.

» Les substances qui présentent le moins de variations étant les éthers et les alcools supérieurs, j'ai déterminé le rapport entre ces deux corps. Je crois que ce rapport pourra fournir des indications utiles dans l'analyse des eaux-de-vie du commerce que le chimiste peut être appelé à examiner.

» En résumé, dans l'analyse des eaux-de-vie les éléments d'appréciation les plus nets paraissent être la quantité totale des substances volatiles étrangères à l'alcool éthylique, les teneurs en éthers et en alcools supérieurs et le rapport de ces deux substances. Si, à ces données chimiques, on joint la dégustation faite par des personnes exercées, on aura en main des éléments suffisants pour établir, dans beaucoup de cas, la nature des eaux-de-vie. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de Moâbi.* Note de MM. **H. Lecomte** et **A. Hébert**, présentée par M. A. Gautier.

« On rencontre, dans la vallée du Kouilou (Congo français), entre Kakamocka et Kitabi, de même que dans une des premières forêts traversées par le sentier de Loango à Brazzaville, à 30^{km} environ à l'est de la première de ces localités, un grand arbre, véritable géant des forêts, que les noirs du pays désignent sous le nom de *Moâbi*.

» *Étude botanique.* — Le Moâbi est une plante de la famille des Sapotacées ; son tronc atteint facilement $2^m,50$ et même 3^m de diamètre, à 2^m du sol, et s'élève à 25^m ou 35^m avant les premières branches.

» L'écorce, très épaisse (jusqu'à $0^m,15$ sur les gros troncs), contient dans un système de laticifères articulés un latex assez abondant, épais, fournissant par la coagulation un produit assez riche en gutta-percha.

» Cet arbre diffère du D'Javé (Baillonella) par ses feuilles et par ses fruits ; mais les fruits présentent, à une petite différence de taille près, les caractères de ceux du Tieghemella Heckelii (Pierre), vulgairement *Makerou* du Grand-Bassam.

» Les graines ont environ 5^{cm} de long, 3^{cm} à $3^{cm},5$ de large et $2^{cm},5$ d'épaisseur. Sous un tégument brun de 1^{mm} d'épaisseur, elles contiennent une amande formée de deux cotylédons charnus laissant dépasser, à une extrémité, la radicule de l'embryon.

Celui-ci contient, principalement à la périphérie du cylindre central, une multitude de laticifères articulés, constitués par des files de grosses cellules dont le contenu paraît surtout résineux. Les cotylédons ont leurs cellules gorgées de gouttelettes de graisse.

» *Étude chimique.* — 100 parties de graines décortiquées ont donné une proportion de 36 parties d'écorce contre 64 d'amandes. Les écorces, pilées et tamisées, puis séchées à 100°, contenaient 12,18 d'humidité pour 100. La matière séchée présentait la composition suivante, qui paraît n'en faire qu'un produit de peu d'importance.

Cendres		1,20	
Matières grasses		2,85	
Matières azotées totales		4,37	(Azote = 0,70 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 1,50 pour 100.	Matières azotées	0,37	(Azote = 0,06 p. 100)
	Sucres réducteurs	Traces	
	Sucres non réducteurs	Traces	
	Gommes, tanins, acides végétaux, etc.	1,13	
Cellulose		51,45	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues); par différence		39,00	
		100,00	

» Les amandes pilées, après dessiccation à 100°, ont montré en humidité 3,54 pour 100. La matière grasse a été extraite par la benzine; la distillation de ce dissolvant a permis d'isoler une graisse dont la proportion était de 45 à 50 parties pour 100 d'amandes, ce qui correspond à un rendement d'environ 30 à 35 de matière grasse pour 100 de graines non décortiquées.

» Le tourteau desséché, après épuisement des amandes par la benzine, donne à l'analyse les résultats suivants :

Cendres		4,40	
Matières azotées totales		12,81	(Azote = 2,05 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 30 pour 100.	Matières azotées	12,50	(Azote = 2 pour 100
	Sucres réducteurs	0,57	
	Sucres non réducteurs	3,50	
	Gommes, tanins, acides végétaux, etc	13,43	
Cellulose		18,75	
Résine		12,36	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues). Par différence		34,18	
		100,00	

» **Le tourteau de Moâbi, d'après cette composition, constituerait donc un excellent engrais, ou même un bon aliment pour le bétail.**

» *Étude de la matière grasse.* — La graisse extraite des amandes de Moâbi est jaunâtre, solide à la température ordinaire; elle fond à 32°-33° et se solidifie à 25°-26°.

» Elle est très peu soluble dans l'alcool à 90°; sa densité à 30°, à l'état liquide, est de 0,894; elle présente les réactions suivantes :

» Échauffement avec l'acide sulfurique monohydraté, + 24°;

» Avec l'acide azotique et le mercure : masse jaunâtre se solidifiant après une heure de contact;

» Avec la potasse ($d = 1,34$) : à froid, masse blanc jaunâtre; à chaud, savon jaunâtre, mou;

» Avec l'acide azotique fumant : coloration rougeâtre;

» Avec l'acide sulfurique : coloration rouge;

» Avec l'eau bouillante et la litharge : emplâtre mou;

» Degré marqué à l'oléoréfractomètre d'Amagat et F. Jean :

A 45°.................. + 2°,0

» La graisse de Moâbi, après saponification par la soude alcoolique, puis décomposition des sels de sodium par l'acide sulfurique, a fourni 88 pour 100 d'acides gras blancs, fondant à 45°-46°. Les sels de plomb de ces acides, traités par l'éther, ont indiqué pour 100 parties 50 parties d'acides liquides et 50 parties d'acides solides.

» Les acides liquides ont été caractérisés par leur transformation en acide élaïdique au moyen du nitrate acide de mercure; ils sont formés d'acide oléique. Les acides solides isolés fondaient à 62°-63°; la méthode des précipitations fractionnées a fourni par l'acétate de magnésium trois portions dont les acides gras régénérés par l'acide chlorhydrique ont accusé les points de fusion et les compositions élémentaires ci-dessous :

		1re portion.	2e portion.	3e portion.
Point de fusion		58°-59°	64°,5	66°,5
Composition élémentaire.	Carbone °/₀	74,14	75,47	75,61
	Hydrogène °/₀	12,48	12,10	12,11
	Oxygène (par différence) °/₀	13,38	12,43	12,28

	Calculé pour			
	$C^{14}H^{28}O^2$.	$C^{16}H^{32}O^2$.	$C^{17}H^{34}O^2$.	$C^{18}H^{36}O^2$.
Carbone °/₀	73,68	75,00	75,55	76,05
Hydrogène °/₀	12,28	12,50	12,59	12,67
Oxygène °/₀	14,04	12,50	11,86	11,28

» La composition de la première portion la place entre l'acide myristique et l'acide palmitique, mais on a vraisemblablement affaire à un mélange. La deuxième et la troisième portion, que le rapprochement de leur point de fusion et de leur composition peut faire considérer comme presque

identiques, semblent correspondre à un mélange d'acides palmitique et stéarique et peut-être d'acide margarique.

» Les eaux-mères de la saponification contenaient environ 7 parties de glycérine pour 100 de graisse ([1]). »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les ferrocyanure, ruthénocyanure et osmiocyanure de potassium.* Note de M. **H. Dufet**, présentée par M. Hautefeuille.

« Le ferrocyanure de potassium [$K^4FeCy^6, 3H^2O$], regardé longtemps comme quadratique, est, en réalité, clinorhombique, comme l'a montré M. Wyrouboff ([2]). Ce savant a obtenu, en faisant cristalliser le sel dans une dissolution de chromate de potassium, des cristaux biaxes à écartement d'axes constant. Des croisements par hémitropie normale autour de l'axe binaire *pseudo-quaternaire*, d'autres par hémitropie parallèle autour des axes *pseudo-binaires* situés dans le plan de symétrie, rendent compte, comme l'avait, dès ce moment, indiqué avec une grande netteté M. Wyrouboff, des anomalies optiques complexes si fréquentes dans ces cristaux. Mais les mesures cristallographiques n'avaient pu être qu'approximatives, comme il le reconnaît d'ailleurs. J'ai repris les mesures sur des cristaux bien homogènes, obtenus soit par la méthode de M. Wyrouboff, soit par cristallisation lente d'une matière bien pure; les uns et les autres étaient identiques, au point de vue des propriétés optiques, avec les cristaux étudiés autrefois par M. Wyrouboff, qu'il a bien voulu me communiquer.

» J'ai comparé au ferrocyanure le ruthénocyanure et l'osmiocyanure de potassium. Martius a, il y a déjà longtemps ([3]), signalé leur ressemblance avec le ferrocyanure, sans d'ailleurs donner de mesures. L'étude comparée des trois sels pouvait donner des arguments sérieux au point de vue de la simplicité des cristaux supposés purs, sans parler de l'intérêt d'ordre chimique qu'il pouvait y avoir à établir d'une façon formelle l'analogie du fer, du ruthénium et de l'osmium dans leurs combinaisons cyanées ([4]).

([1]) La partie chimique de cette étude a été exécutée au laboratoire des Travaux pratiques de Chimie, à la Faculté de Médecine de Paris.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 193; 1869.

([3]) *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. CXVII, p. 362; 1861.

([4]) Les sels de ruthénium et d'osmium ont été obtenus, en bons cristaux, ainsi que le ferrocyanure, par M. Brizard, agrégé préparateur à l'École Normale, avec des produits dont la pureté avait été contrôlée par M. Joly.

» Les anomalies optiques sont les mêmes dans ces trois sels; pourtant on arrive un peu plus facilement à avoir des cristaux homogènes du ruthénocyanure et de l'osmiocyanure. Les cristaux biaxes présentent un isomorphisme parfait, tant au point de vue cristallographique qu'au point de vue optique. Les cristaux de ruthénocyanure et d'osmiocyanure sont tout à fait incolores, fait bien exceptionnel surtout pour les sels du premier de ces métaux. Les trois espèces de cristaux présentent les mêmes faces : $g^1(010)$, très dominant, plan de clivage parfait, $m(110)$, $e^1(011)$, $a^1(10\bar{1})$, $o^1(101)$ et $s(121)$; o^1 n'était pas mesurable dans l'osmiocyanure.

» Voici, pour les trois sels, les paramètres cristallographiques et les angles observés et calculés :

	Ferrocyanure de K $K^4FeCy^6 + 3H^2O$. $a:b:c :: 0,3936 : 1 : 0,3943$ $\beta = 90°2'$.		Ruthénocyanure de K $K^4RuCy^6 + 3H^2O$. $0,3936 : 1 : 0,3948$ $90°6'$.		Osmiocyanure de K $K^4OsCy^6 + 3H^2O$. $0,3929 : 1 : 0,3940$ $90°6'$.	
	A. Calculés.	Observés.	Calculés.	Observés.	Calculés.	Observés.
mm $(110)(1\bar{1}0)$.	F	*137°. 2'	137°. 2'	137°. 2'	137°. 7'	137°. 6
mg^1 $(110)(010)$.	111°.29'	111.31	F	*111.29	F	*111.27
e^1e^1 $(011)(01\bar{1})$.	136.58	136.54	136.54	136.52	136.59	136.58
e^1g^1 $(011)(010)$.	111.31	111.33	111.33	111.35	111.30,5	111.33
so^1 $(121)(101)$.	150.53	150.52	150.53	150.50	150.56	»
ss $(121)(1\bar{2}1)$.	121.46	»	121.46	121.50	121.52	121.54
sg^1 $(121)(010)$.	119. 7	119. 7	119. 7	119. 7	119. 4	119. 6
o^1a^1 $(101)(10\bar{1})$.	90. 6	90. 4	90.11	90. 7	90. 9,5	»
o^1a^1 $(101)(\bar{1}01)$.	89.54	89.53	89.49	89.51	89.50,5	»
o^1e^1 $(101)(011)$.	131. 6,5	131. 8	131. 5	131. 2	131. 6	»
o^1m $(101)(110)$.	131.12	131. 8 (app.)	131.16	131. 6	131.16	»
me^1 $(110)(011)$.	F	* 97.45	F	* 97.49	F	* 97.48
ms $(110)(121)$.	138.55	138.54	138.58	138.57,5	138.57,5	138.56
se^1 $(121)(011)$.	138.50	138.51,5	138.51	138.48,5	138.50,5	138.51
e^1a^1 $(011)(\bar{1}01)$.	131. 4,5	131. 5	131. 0	131. 0,5	131. 0	130.59
ma^1 $(110)(10\bar{1})$.	F	*131.10,5	F	*131.11	F	*131.12

» Les nombres que j'obtiens pour le ferrocyanure sont identiques à ceux qui ont été donnés par Brooke (*Ann. of Phil.*, t. XXII, p. 41) :

	Brooke.	
mg^1..............	111.30	111.29
e^1g^1..............	111.30	111.31
sg^1..............	119. 9	119. 7

» L'extrême ressemblance des trois sels se maintient dans les propriétés optiques; elles sont, pour chacun d'eux, parfaitement constantes dans les cristaux étudiés. Le signe optique est négatif, le plan des axes est perpendiculaire à g^1 et placé avec une orientation presque identique dans l'angle *obtus* des axes cristallographiques :

	Fe.	Ru.	Os.
Angle de la bissectrice aiguë avec l'axe vertical.	31°50′	32°10′	30°10′
Angle vrai des axes $2V_D$	78°10′	54° 0′	47° 0′
Indice moyen (raie D)	1,5772	1,5837	1,6071

MÉDECINE. — *Des modifications du sang, par le traitement thermal de l'eau de la Bourboule, source Choussy-Perrière.* Note de M. **Ph. Lafon**, présentée par M. Brouardel.

« Dans le présent travail, je me propose de signaler les résultats analytiques du sang, constatés durant trois saisons consécutives à la Bourboule en 1891, 1892 et 1893.

» Je ne signale que les observations des malades qui ont été examinés au commencement et à la fin du traitement. Les résultats obtenus me semblent dignes de l'attention de l'Académie; car, à ma connaissance, du moins, les analyses complètes du sang n'ont été, d'une manière suivie, encore effectuées dans aucune station thermale.

» En général, le traitement à la Bourboule comporte une durée de vingt et un à vingt-cinq jours. L'eau Choussy-Perrière est employée en boisson, bains, douches, inhalations, pulvérisations suivant les circonstances, et les médecins règlent et modifient le traitement selon les cas et d'après les résultats constatés.

» Dans chacune de mes observations, j'ai dosé les globules rouges, les globules blancs et l'oxyhémoglobine ou matière colorante du sang. Pour le comptage des globules rouges, j'ai utilisé l'hématimètre de Nachet et Hayem. Pour l'évaluation de l'oxyhémoglobine, j'ai eu recours à l'hématoscope si pratique et si exact du Dr Hénocque, dont j'appris l'usage et la sûreté de la méthode, grâce à la bienveillante direction de ce savant maître.

» On sait que la composition moyenne du sang normal est la suivante :

A. Globules rouges	4 à 6 000 000	par millimètre cube de sang
B. Globules blancs	4 à 6 000	par millimètre cube
C. Oxyhémoglobine	12 à 14	pour 100

» Voici le résultat de mes analyses complètes, exécutées avant et après le traitement :

Docteurs.	Noms.	Avant traitement. Après traitement.		Globules rouges.	Globules blancs.	Oxyhémoglobine pour 100.	Résultats.	
Bertrand.	Mme B.	I.	Avant.	3 630 000	5 500	7	Gain en globules rouges...	470 000
	1893.		Après.	4 100 000	4 200	12	Gain en oxyhémoglobine..	5 %
							Perte en globules blancs..	1 300
Dauzat.	Mlle C.	II.	Avant.	3 500 000	4 300	9	Gain en globules rouges...	1 650 000
	1892.		Après.	4 855 000	4 000	13	Gain en oxyhémoglobine..	4 %
							Perte en globules blancs..	300
»	B.	III.	Avant.	3 596 000	6 200	9	Gain en globules rouges...	1 962 000
	1892.		Après.	5 558 000	3 100	10	Gain en oxyhémoglobine..	1 %
							Perte en globules blancs..	3 100
»	Mme F.	IV.	Avant.	2 550 000	9 300	8	Gain en globules rouges...	1 650 000
	1892.		Après.	4 200 000	5 100	10	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	4 200
»	Mlle R.	V.	Avant.	2 935 000	31 000	6	Gain en globules rouges...	1 265 000
	1892.		Après.	4 200 000	5 600	10	Gain en oxyhémoglobine..	4 %
							Perte en globules blancs..	25 400
»	Mme S.	VI.	Avant.	3 750 000	31 000	9	Gain en globules rouges...	115 000
	1892.		Après.	3 865 000	12 400	10	Gain en oxyhémoglobine..	1 %
							Perte en globules blancs..	18 600
»	Mme F.	VII.	Avant.	3 900 000	7 200	10	Gain en globules rouges...	192 000
	1892.		Après.	4 092 000	6 000	12	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	1 200
»	Mme V.	VIII.	Avant.	4 340 000	9 300	10	Gain en globules rouges...	660 000
	1892.		Après.	5 000 300	5 000	12	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	4 300
»	Mme B.	IX.	Avant.	3 000 000	24 800	9	Gain en globules rouges...	1 100 000
	1892.		Après.	4 600 000	5 600	11	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	16 600
»	Mlle L.	X.	Avant.	2 232 000	24 800	7	Gain en globules rouges...	1 643 000
	1893.		Après.	3 875 000	4 700	9	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	20 100
»	Mme B.	XI.	Avant.	3 782 000	24 700	8	Gain en globules rouges...	754 000
	1893.		Après.	4 536 000	5 000	10	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	19 700
Dauzat.	Mlle B.	XII.	Avant.	3 400 000	87 000	9	Gain en globules rouges...	1 511 000
	1893.		Après.	4 500 000	3 200	10	Gain en oxyhémoglobine..	1 %
							Perte en globules blancs..	5 550
Emery.	Mlle L.	XIII.	Avant.	3 937 000	15 500	11	Gain en globules rouges...	1 209 000
	1891.		Après.	5 146 000	6 200	12	Gain en oxyhémoglobine..	1 %
							Perte en globules blancs..	9 300
Henlz.	Mlle P.	XIV.	Avant.	1 627 000	31 000	6	Gain en globules rouges...	977 000
	1892.		Après.	2 604 000	8 000	8	Gain en oxyhémoglobine..	2 %
							Perte en globules blancs..	23 000
Méneau.	T.	XV.	Avant.	4 210 000	18 600	9	Gain en globules rouges...	285 000
	1892.		Après.	4 495 000	6 200	12	Gain en oxyhémoglobine..	3 %
							Perte en globules blancs..	12 400

Docteurs.	Noms.	Avant traitement. Après traitement.		Globules rouges.	Globules blancs.	Oxyhémoglobine pour 100.	Résultats.	
Méneau.	Mlle L. 1893.	XVI.	Avant. Après.	3348000 4185000	6800 6200	8 10	Gain en globules rouges... Gain en oxyhémoglobine.. Perte en globules blancs..	837000 2 % 600
»	Mme F.	XVII.	Avant. Après.	3883000 4084000	6200 3200	4 12	Gain en globules rouges .. Gain en oxyhémoglobine.. Perte en globules blancs..	201000 8 % 3000
»	Mlle G. 1893.	XVIII.	Avant. Après.	1684000 3348000	21700 3100	5 8	Gain en globules rouges... Gain en oxyhémoglobine.. Perte en globules blancs..	354000 3 % 18600
»	Gr. 1893.	XIX.	Avant. Après.	3689000 4867000	12400 3100	12 13	Gain en globules rouges... Gain en oxyhémoglobine.. Perte en globules blancs..	1178000 1 % 9200
Sarazin.	Mme B. 1893.	XX.	Avant. Après.	2130000 3682000	9300 4500	5 7	Gain en globules rouges.. Gain en oxyhémoglobine.. Perte en globules blancs..	1552000 2 % 5800
»	Mlle E. R. 1893.	XXI.	Avant. Après.	1829000 2511000	9300 4200	8 12	Gain en globules rouges... Gain en oxyhémoglobine.. Dimin. en globules blancs.	780000 4 % 5100

» *Conclusions.* — De l'ensemble de nos recherches, il résulte :

» 1° Que dans le cas de chloro-anémie, due à une diminution plus ou moins prononcée des globules rouges et de l'oxyhémoglobine ou matière colorante du sang, on voit généralement une augmentation notable des globules rouges et de l'oxyhémoglobine;

» 2° Dans les cas de leucocytémie, où le sang renferme un excès de globules blancs, nous avons toujours constaté une diminution importante de ces éléments.

» Presque dans tous les cas, un sang très défectueux dans ses éléments constitutifs est notablement amélioré et le plus souvent devient normal. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le noyau et la division nucléaire chez les* Benedenia. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les *Benedenia* sont des Coccidies polyplastidées, parasites de la *Sepia officinalis*. Ces Coccidies pouvant atteindre une taille qui dépasse souvent 1^{mm}, il est relativement facile de faire des coupes en série qui permettent d'étudier leur structure et leurs divers stades évolutifs. Schneider et Mingazzini, qui les ont étudiées après Eberth et Van Beneden, se sont mépris sur la façon dont se forment les spores et n'ont pu voir la division indirecte du noyau. Il était intéressant de reprendre cette étude.

» Le noyau des *Benedenia* jeunes ne répond nullement aux descriptions de Schneider; arrondi ou ovalaire, il présente une membrane, un réticulum très fin, avec des granules chromatiques, et un gros karyosome colorable par l'hématoxyline et les réactifs nucléaires ordinaires.

» A mesure que la Coccidie s'accroît, il se passe un certain nombre de phénomènes que j'appellerai *prémitotiques*.

» Tout d'abord, le karyosome dégénère et se fragmente; il se creuse d'une vacuole, forme d'autres karyosomes, qui se fragmentent à leur tour et remplissent le noyau de leurs débris; ces karyosomes, que je nommerai *primaires*, de basophiles qu'ils étaient, deviennent colorables par les substances acides, la safranine, l'éosine, ce qui est un indice de leur régression.

» Alors apparaissent d'autres karyosomes très petits, variant de 1 à 6μ, basophiles, que je nommerai karyosomes *secondaires*. A ce stade, le noyau présente une forme irrégulière. Au centre, sont un ou plusieurs karyosomes primaires plus ou moins dégénérés, et des fibrilles de chromatine, pelotonnées, extrêmement délicates, avec de petits granules disséminés, d'une finesse telle qu'on les colore difficilement; enfin, appliqués étroitement contre la membrane du noyau, de laquelle ils semblent vouloir s'échapper, sont les karyosomes secondaires, très variables comme nombre et comme taille ([1]).

» Quand la division nucléaire va se produire, la membrane nucléaire se rompt, le noyau prend une forme étoilée, les karyosomes primaires se répandent dans le cytoplasme ou se dissolvent partiellement dans l'enchylema; on assiste alors à un curieux phénomène; une partie des éléments nucléaires, enchylema et karyosomes secondaires, émigrent en un point de la périphérie où ils forment une masse colorable qui n'est pas un noyau et ne persiste pas; tandis qu'au centre du cytoplasme reste une masse ronde ou ovoïde à peine colorable, renfermant des granulations fines et nombreuses, chromatine et hyalosomes, entourée d'une zone étoilée d'enchylema coloré amorphe. Que faut-il penser de cette migration d'une partie des éléments nucléaires à la périphérie? Faut-il voir dans ce phénomène quelque homologie avec l'émission d'un globule polaire? ou bien un phénomène comparable à celui que Van Bambeke signalait récemment dans les œufs des poissons ([2])?

([1]) Born (*Arch. f. Mikr. Anat.*, vol. XLIII, p. 1-79) montre des figures analogues dans l'œuf ovarien de *Triton tœniatus*.

([2]) *Archives de Biologie*, XIII, p. 89-122.

» Je ne saurais trancher une question aussi importante, qui intéresse toute la Biologie.

» Quoi qu'il en soit, revenons aux éléments nucléaires restés au centre de la Coccidie. Les chromosomes s'organisent comme de fins granules au centre d'une aire claire; il se forme un fuseau de fines fibrilles de linine, tantôt aux pôles pointus, tantôt en forme de tonnelet; les chromosomes s'ordonnent suivant l'axe équatorial du fuseau; ils sont très petits, ronds et très nombreux. Les centres d'attraction sont bien visibles, mais il n'y a pas de vraies radiations autour des centres. Puis les chromosomes se retirent vers les pôles, et l'on peut trouver des stades à deux noyaux. Ces stades sont rares, la phase de mitose et celle de deux noyaux devant être très rapides. Les noyaux formés n'ont pas de membrane nucléaire.

» Le stade à deux noyaux est le prélude de nombreuses petites mitoses secondaires ([1]). Les noyaux secondaires formés émigrent à la périphérie et forment une couronne de noyaux superficiels. Le protoplasme s'organise autour de ces noyaux, les entoure, et chaque noyau devient le noyau d'une *archéspore*.

» Tels sont les phénomènes nucléaires auxquels donne lieu la formation des spores chez les *Benedenia* ([2]).

» D'après quelques figures de Wolters, on peut penser que la division nucléaire est analogue chez les *Klossia*, encore que cet auteur n'ait point trouvé de mitose. J'ai pu constater une évolution nucléaire semblable chez d'autres Polyplastidées. Par contre, la division du noyau, chez les Oligoplastidées, quoique mitotique, présente des différences notables avec celle des Polyplastidées.

» Je me réserve de développer ces diverses observations dans un Mémoire actuellement en préparation. »

([1]) Ce stade est probablement celui où Schneider trouve ses « noyaux en bretelle » et ses « noyaux en os de grenouille ».

([2]) On ne saurait assez insister sur l'analogie des phénomènes nucléaires et de la formation des archéspores chez les Coccidies, avec la segmentation de l'œuf, particulièrement de l'œuf des Insectes, telle que les travaux récents de Blochmann et de Henking l'ont surtout fait connaître.

La structure du noyau et la division nucléaire ne ressemblent en rien à ce qui se passe chez les Sarcodiens et chez les Foraminifères. (Voir les travaux de Schaudinn.)

ZOOLOGIE. — *Sur la* Vespa crabro *L. Ponte ; conservation de la chaleur dans le nid.* Note de M. CHARLES JANET, présentée par M. Émile Blanchard.

« La ponte, chez la *V. crabro*, peut être observée, dans de bonnes conditions, lorsqu'elle a lieu dans un alvéole situé sur le bord d'un gâteau et, par conséquent, encore peu profond. L'abdomen est alors fortement allongé et les deux arceaux du dernier anneau visible bâillent considérablement. Ils laissent sortir l'aiguillon qui, en grande extension, rebroussé vers le dos de l'animal, dirige sa pointe vers l'extérieur de l'alvéole et est visible sur la presque totalité de sa longueur. On a dit que l'aiguillon des Hyménoptères vulnérants pouvait jouer un certain rôle dans la ponte. On voit qu'il n'en est rien chez les Frelons et que, loin de servir au guidage de l'œuf, l'aiguillon s'éloigne le plus possible. Après une série de mouvements qui se répètent, à peu près exactement dans le même ordre, à chaque ponte, on voit apparaître la pointe la plus effilée de l'œuf et, par une légère pression, cette pointe, qui est pourvue d'une substance adhésive, est collée sur le fond de l'alvéole.

» J'ai observé la ponte un très grand nombre de fois aussi bien pour la reine que pour les ouvrières. Sa durée, comptée depuis le moment de l'introduction de l'abdomen dans l'alvéole jusqu'au moment où il en est retiré, est d'environ 2 minutes. Il est rare que la ponte soit plus rapide, mais, plusieurs fois, je l'ai vue durer près de 4 minutes.

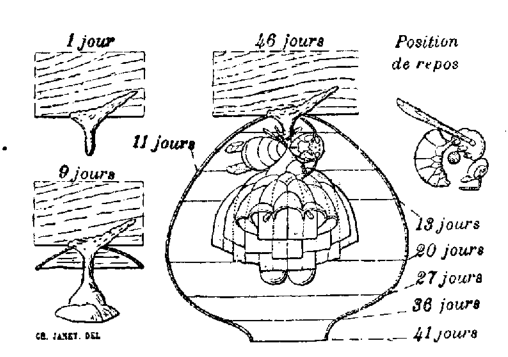
» Lorsque, accidentellement, deux œufs sont pondus, le même jour, dans un même alvéole, ils éclosent tous deux et les deux larves sont nourries simultanément par les ouvrières. Deux jours après l'éclosion, l'une des deux larves, celle qui occupe la meilleure position, a reçu plus de nourriture et a grossi plus que l'autre. La différence s'accentue, pour ainsi dire, d'heure en heure et, bientôt, la larve privilégiée occupe tant de place dans l'alvéole que sa sœur, ne pouvant plus rien recevoir, meurt et se dessèche sur place. La présence de son cadavre, formé d'un petit cylindre noir, recouvert d'une pellicule ratatinée, ne gêne nullement le développement de l'autre larve.

» La figure ci-contre montre les accroissements successifs de la première enveloppe d'un nid, dont j'ai observé le développement d'une façon suivie. Elle n'est arrivée à être complète qu'au bout de quarante et un jours. Sa forme rappelle alors celle d'une montgolfière et sa fonction principale est de conserver la chaleur dégagée, dans son intérieur, par la mère.

» Jusqu'au moment de l'éclosion des premières ouvrières (cinquante-six jours), la mère, qui doit, à elle seule, construire le nid et subvenir à tous les besoins de sa progéniture, fait des courses nombreuses. Ces courses peuvent ne durer que trois ou quatre minutes pour la récolte de la pâte de bois, mais elles peuvent être beaucoup plus longues et durer jusqu'à quarante minutes, lorsqu'il s'agit de rapporter de la nourriture.

» Après avoir employé sa boulette de pâte ou distribué les provisions destinées à ses larves, la mère procède, généralement, à un grand nettoyage de tout son corps, puis à une visite des alvéoles, dans lesquels elle introduit sa tête, les antennes tendues en avant.

» Cela fait, cinq à dix minutes après son retour, elle se met au repos et prend pour cela une position tout à fait spéciale (voir la *figure*). Elle grimpe au-dessus du



gâteau et s'enroule, en anneau, autour de la tige de suspension : son extrémité abdominale arrive presque au contact de ses mandibules. Elle reste dans cette position, le plus souvent, pendant dix à vingt minutes, et, parfois, lorsque le temps est très mauvais, beaucoup plus longtemps. Dans cette situation, non seulement la mère peut se reposer longuement, mais, de plus, elle occupe la position la plus favorable pour faire profiter ses œufs et ses jeunes larves de la chaleur qu'elle dégage.

» Lorsque, dans un nid aérien, libre sur toutes ses faces, les gâteaux ont acquis leur diamètre définitif et que les enveloppes simples qui les entourent n'ont plus besoin d'être démolies pour être remplacées par de plus grandes, les ouvrières les recouvrent extérieurement d'un grand nombre de lames formant des sortes de boursouflures qui s'accumulent les unes sur les autres et finissent par se fermer à leur partie inférieure. Il en résulte une véritable muraille cloisonnée, où l'air emprisonné ne peut guère se renouveler et qui constitue une enveloppe éminemment favorable à la conservation de la grande quantité de chaleur dégagée dans le nid par ses nombreux habitants.

» Le 8 octobre, dans un nid recouvert d'enveloppes complètes et contenant une cinquantaine d'individus, j'ai constaté une température intérieure de 32°, dépassant de 16° la température ambiante. Cette différence de 16° s'est maintenue jusqu'au 19 octobre pour baisser ensuite à peu près de 0°,5 par jour et tomber à 2°,5 le 4 novembre. La population se trouvait alors réduite à cinq ouvrières encore bien vigoureuses, et à cinq grosses larves notablement émaciées.

» De Saussure a figuré un nid de Frelons établi dans un arbre creux et entièrement dépourvu d'enveloppe. J'ai aussi figuré un très grand nid établi dans l'angle d'un grenier et dépourvu d'enveloppe sur les trois quarts de son pourtour. En réalité, les nids de Frelons établis dans les cavités des arbres et des murs sont toujours, comme les autres, pourvus, à l'origine, d'une petite enveloppe complète, établie par la mère. D'autres enveloppes, extérieures à la précédente et de plus en plus grandes, sont toujours construites par les ouvrières, au fur et à mesure de la démolition des enveloppes internes et de l'accroissement des gâteaux. Mais, lorsque ces derniers arrivent au voisinage des parois de la cavité, les enveloppes qui viennent d'être démolies ne peuvent plus être remplacées, et le nid en reste dépourvu sur tout ou partie de son pourtour. Cette absence finale d'enveloppe ne doit donc pas être attribuée, comme on l'a fait, à l'instinct du Frelon qui n'en construirait pas parce qu'elle est inutile, mais simplement à ce que, après la destruction des enveloppes ou parties d'enveloppes devenues trop petites, un obstacle mécanique s'oppose à ce qu'il en soit construit de plus grandes.

» Les œufs ont absolument besoin de la température élevée qui règne dans le nid. Au mois de mai, la température atmosphérique n'étant pas encore très élevée, et la première enveloppe n'étant pas encore complète, les œufs n'éclosent qu'au bout d'une vingtaine de jours. En été, l'éclosion a lieu cinq jours après la ponte. Si, à cette époque, on sépare du nid un gâteau pourvu d'œufs, on constate que, seuls, les œufs pondus au moins depuis quatre jours peuvent éclore, tandis que le développement des œufs plus jeunes est complètement arrêté. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur l'étage Tongrien supérieur ou Stampien dans la Chalosse.* Note de M. **L. Reyt**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Nous avons fait connaître (*Comptes rendus de l'Académie*, t. CXIX, p. 1021; 1894) la division des couches tongriennes supérieures de la Chalosse en deux assises. Nous nous proposons aujourd'hui d'indiquer la disposition de ces couches.

» Les grands mouvements pyrénéens qui ont suivi la formation du *conglomérat de Palassou* avaient déjà *largement* ébauché les rides de la contrée, lors de l'irruption de la mer tongrienne dans le bassin de l'Aquitaine. Les eaux marines ont envahi les parties synclinales et sont venues battre les

flancs plus ou moins disloqués et effondrés des anticlinaux, déposant indifféremment leurs sédiments soit sur des marnes et argiles vertes ou panachées formées pendant la période de régression qui a immédiatement précédé cet envahissement, soit sur les assises éocènes ou les derniers dépôts du Crétacé supérieur.

» C'est ainsi que de Banos, Arcet et Nerbis (vallon du ruisseau de Goueyre) l'étage se poursuit vers Mugron où il limite l'extrémité occidentale du *pli de Saint-Sever*. Puis il s'étale sur le revers S. de cette ride et dans le *synclinal de la Chalosse centrale,* sur le territoire de Mugron (Bibé, Larrouyat, Labrieyre, Basque, Bidaouche, Mingeot, Curé, Megnougrasse, Gay, etc.), de Saint-Aubin (Audouhaou), de Lourquen et de Lahosse, dessinant nettement des deux côtés de la vallée du Louts une cuvette synclinale. Il est vraisemblable que les eaux tongriennes qui ont pénétré dans ce synclinal ne se sont guère avancées, dans la direction du S.-E., au delà des limites de Lahosse; pour retrouver les dépôts de cet âge, il nous faut suivre le pied du revers N. du *deuxième anticlinal chalossais* (*pli de Louer-Montfort-Gaujacq*). Ils reparaissent en effet à la limite de Lourquen et Poyanne (marnières de Jean, de Carrère, de Termy, etc.), et, dans cette dernière localité, à la marnière de Boy-le-Pin, reliant d'une façon heureuse les gisements connus de Lourquen aux affleurements de Cassen et de Saint-Jean-de-Lier, vers l'extrémité O. de la nouvelle ride. Nous les retrouvons encore, tout aussi bien caractérisés, sur le revers S. de celle-ci, à Préchacq (Lecouture, Heyron) et, dans le prolongement, sur la rive droite de l'Adour, entre Pontonx et Thétieu (lande communale de Pontonx, Lacoste), puis à Goos (Moulin de Pelette), à Montfort et Poyartin, enfin à Donzacq et Bastennes où ils avaient été rapportés par M. Jacquot, avec les grès de Mugron, à l'Éocène supérieur.

» A Saint-Aubin, Lahosse, Lourquen, Poyanne et le Moulin de Pelette, nous n'avons observé que l'assise inférieure. A Banos, Arcet, Nerbis, Mugron, Cassen, Saint-Jean-de-Lier, Pontonx, Préchacq, Donzacq et peut-être Bastennes, nous avons reconnu les deux assises, avec passage fréquent de l'une à l'autre. A Montfort et Poyartin, l'assise supérieure seule a été rencontrée.

» Nous pensons que les couches de Saint-Geours-de-Maremme, dans lesquelles M. Fallot a indiqué récemment *Pholadomya Puschi* et *Echinolampas Blainvillei* et qui renferment encore *Operculina ammonea* et *Pecten Michelottii*, ainsi que les assises supérieures de Biarritz qui s'étendent de la Côte des Basques à la Chambre d'Amour, doivent être regardées comme

le prolongement vers l'ouest des assises tongriennes supérieures reconnues en Chalosse. Les couches de Saint-Geours et de la Chambre d'Amour, à *Operculina ammonea* et *Pholadomya Puschi*, représenteraient plus particulièrement notre assise supérieure avec laquelle d'ailleurs elles ont beaucoup d'analogie, tandis que les grès à *Eupatagus ornatus* de Biarritz deviendraient un faciès latéral de l'assise inférieure à faune de Gaas.

» Dans les gisements qui nous ont offert des traces nettes de stratification, les couches tongriennes supérieures se sont montrées à nous *constamment inclinées*. Si quelquefois cette inclinaison est faible et de quelques degrés, comme dans certaines exploitations de Lourquen ou de Lahosse, dans bien des cas elle acquiert plus d'importance. Elle accuse en effet 6° à Donzacq, 8° à Poyanne, 12° à Cassen et au Tuc du Saumon, 8° à 15° à Mugron, 10° à 15° à Bastennes, 15° à Nerbis, 20° à 25° à Banos, 45° à Arcet, etc., et exceptionnellement 85° au Moulin de Pelette.

» Ces dernières observations nous paraissent avoir un réel intérêt; elles s'accordent avec les inclinaisons signalées à Lesperon, Gaas, etc., et avec celles que l'on peut relever dans les falaises au nord de Biarritz, pour démontrer dans la région sous-pyrénéenne française l'*influence de mouvements généraux post-tongriens — indépendants des grands mouvements post-éocènes qui les ont précédés*, — dont on peut apprécier l'amplitude et dont on ne saurait méconnaître la part dans le phénomène grandiose de l'élévation des Pyrénées. »

MINÉRALOGIE. — *Considérations sur le métamorphisme de contact, auxquelles conduit l'étude des phénomènes de contact de la lherzolite des Pyrénées*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Les cornéennes formées aux dépens de calcaires et de marnes calcaires par les *granites*, les *syénites*, les *dionites*, les *diabases*, les *péridotites* (autres que les *lherzolites* des Pyrénées), présentent une telle analogie de composition minéralogique dans les gisements les plus divers, qu'aucune d'entre elles n'est véritablement caractéristique de l'action métamorphique d'une roche éruptive en particulier : les *grenats*, l'*idocrase*, la *wollastonite*, l'*épidote* en sont les éléments les plus fréquents, souvent associés, du reste, à du *pyroxène*, de l'*amphibole*, des *micas* et des feldspaths, etc.

» Les contacts de lherzolite, que je viens de décrire dans les Pyré-

nées [1], rompent cette monotonie en présentant des minéraux spéciaux et de nombreux types pétrographiques particuliers. Il est fort remarquable que, pour la lherzolite, l'uniformité des produits métamorphiques soit rompue dans un ordre inverse de celui que l'on pouvait supposer *a priori*, que les calcaires modifiés au contact de cette roche, essentiellement magnésienne et dépourvue d'alcalis (ou très pauvre en alcalis), se chargent surtout de minéraux riches en alcalis, tels que l'albite, l'orthose, le microcline, le dipyre, les micas, etc.

» Ce fait donne une démonstration éclatante de l'impuissance de ces roches éruptives à opérer des transformations métamorphiques par l'action de leur propre substance; les transformations observées à leur contact doivent être attribuées à l'action des fumerolles ou des sources thermales qui ont accompagné la venue de la roche éruptive. L'analogie des modifications effectuées au contact de la lherzolite et des ophites [2] fait voir en outre, que, dans les Pyrénées, ces roches de composition différente ont été accompagnées de fumerolles de composition *qualitativement* identiques.

» L'abondance et la cristallinité des *schistes micacés* de contact de la lherzolite rapprochent le mode d'action de cette roche de celui du granite plus que de celui de toute autre roche éruptive [3]; toutefois, la feldspathisation effectuée sous l'influence de la lherzolite est toujours limitée à son voisinage immédiat. De plus, une différence distingue le mode d'action de ces deux roches; le granite, en effet, semble avoir exercé une action corrosive intense sur les roches au milieu desquelles il a fait intrusion.

» M. Michel-Lévy a insisté [4] sur le peu de dislocations effectuées pendant la mise en place de nombreux massifs granitiques dont les contacts semblent se fondre insen-

---

(1) *Comptes rendus*, 11 février 1895.

(2) J'ai montré (*Bull. Service Carte géologique France*, n° 42) que les modifications de contact immédiat des ophites pouvaient être surtout comparées aux modifications observées à une certaine distance de la lherzolite. Les roches entièrement silicatées ne sont représentées dans les contacts d'orphites que par des schistes micacés à dipyre, à amphibole, le plus souvent cryptocristallins. Les autres minéraux communs aux contacts de lherzolite sont les *micas*, l'*albite*, le *rutile*, le *sphène*, la *pyrite*, et enfin la *tourmaline*, qui se rencontre souvent en cristaux dépassant 2^cm; le *quartz*, les *chlorites* (leuchtenbergite) sont parfois, en outre, abondants.

(3) Les modifications subies par les grès métamorphisés par ces deux roches sont semblables.

(4) *Bull. Service Carte géologique de France*, n° 36; 1894.

siblement avec la roche intrusive, qui présente alors des transformations endomorphes aussi intenses que les transformations exomorphes développées autour d'elle. J'ai observé des faits identiques au contact des granites pyrénéens.

» Dans les contacts de la lherzolite au contraire, on ne trouve rien de semblable. Il n'existe aucun passage entre les sédiments modifiés et la roche intrusive qui s'est fait brusquement sa place en disloquant les assises liasiques et en produisant à leurs dépens une brèche de friction. Celle-ci indique le manque de plasticité de la lherzolite au moment de son intrusion.

» Au point de vue minéralogique, l'abondance de la *tourmaline* dans *tous* les contacts de lherzolite et d'ophites des Pyrénées est fort remarquable en montrant que ce minéral est loin d'être exclusivement caractéristique de l'action des roches granulitiques. La formation simultanée de minéraux de basicité et d'affinité aussi différentes que le *microcline*, l'*orthose*, le *quartz*, d'une part, et l'*anorthite*, de l'autre, n'est pas moins intéressante : ces associations rappellent celles que l'on observe dans les schistes cristallins et les pegmatites.

» Les roches modifiées étaient originellement dépourvues d'alcalis; après leur transformation, elles en renferment jusqu'à 9 pour 100; ceux-ci ont donc été apportés en même temps que le bore de la tourmaline, l'acide titanique, une partie de la magnésie, du fer et de la silice. Quant à la chaux, à l'alumine et à une partie de la silice, elles ont été fournies par la roche sédimentaire normale; pour l'alumine notamment, cela est démontré par ce fait que sauf le pyroxène et l'amphibole qui se trouvent fréquemment dans les calcaires, la plupart des minéraux métamorphiques sont riches en alumine et plus abondants dans les marnes transformées que dans les calcaires cristallins.

» L'influence de la chaleur apportée par la roche éruptive est mise en évidence par la disparition totale, au contact immédiat de celle-ci, de la matière charbonneuse organique de la roche sédimentaire modifiée : mais, d'autre part, la coexistence de cette matière charbonneuse avec des cristaux de dipyre, de mica et des tests délicats de fossiles dans les calcaires situés à quelques centaines de mètres de la lherzolite indique qu'une haute température n'était pas indispensable pour la production des transformations qui nous occupent. Les expériences de MM. Daubrée, C. et G. Friedel, Sarasin, dans lesquelles ces savants ont reproduit par voie humide (en solution alcaline) et au-dessous du rouge sombre, le pyroxène, l'albite, l'anorthite, le mica, etc., indiquent la direction dans laquelle devront être dirigées les recherches synthétiques destinées à élucider le mécanisme chimique des phénomènes de contact [1]. L'association fréquente du quartz et de l'albite dans les roches de contact des ophites, le développement exagéré du *dipyre*, du *mica*, du *graphite*, au contact des veinules de *quartz*

---

[1] L'étude des calcaires métamorphiques des tufs de la Somma et du Latium m'a déjà conduit aux mêmes conclusions (*Mémoires des Savants étrangers*, t. XXXI, n° 7, 68; 1894) et *Les enclaves des roches volcaniques*, Mâcon, 1893.

à dipyre des gisements lherzolitiques sont encore autant d'arguments qui démontrent l'influence des actions hydrothermales dans la genèse des phénomènes étudiés ici.

» En terminant, je ferai remarquer que tous les phénomènes métamorphiques dont il s'agit dans cette Note peuvent être expliqués par l'action sur les roches sédimentaires d'un petit nombre de substances chimiques qui sont précisément celles qui abondent parmi les produits volatils accompagnant les éruptions de roches volcaniques de toutes les compositions possibles (*leucotéphrites* du Vésuve, *basaltes* d'Islande et de l'Etna, *andésites* de Santorin et du Krakatoa). On s'explique dès lors la ressemblance des produits métamorphiques développés au contact de roches éruptives de composition différente. Si ces produits volatils sont *qualitativement semblables*, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'ils soient *quantitativement identiques* dans deux centres éruptifs de même composition et *a fortiori* dans ceux de composition différente. Comme, d'autre part, les conditions dans lesquelles ces produits volatils exercent leur action peuvent elles-mêmes varier, il est possible de comprendre pourquoi la même roche n'agit pas toujours de la même façon sur les sédiments de même composition qui se trouvent à son contact dans des localités différentes.

» En résumé, la nature originelle des sédiments modifiés, la composition quantitative des produits volatils ou solubles accompagnant la venue d'une roche éruptive et les conditions dans lesquelles s'effectue leur contact avec des roches préexistantes constituent trois facteurs qui peuvent varier indépendamment les uns des autres, et produire des roches métamorphiques différentes au contact d'une même roche éruptive étudiée dans deux gisements distincts ou des types métamorphiques analogues au contact de deux roches minéralogiquement différentes. »

PÉTROGRAPHIE. — *Composition minéralogique et structure des* silex *du gypse des environs de Paris*. Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai trouvé, dans les collections de Géologie de l'École des Mines et de l'École des Ponts et Chaussées, quelques échantillons étiquetés : *silex* dits *les fusils*, originaires du gypse des environs de Paris. Ils ont été recueillis en 1860 et 1861 par M. Guyerdet dans la première masse du gypse de Montmartre, des Buttes-Chaumont et de Pantin.

» *Examen macroscopique*. — Ces *silex* ont la forme de nodules lenticulaires intimement soudés au gypse saccharoïde dans lequel ils sont inclus. Le centre est généralement occupé par un nucléus de gypse qui prend

exceptionnellement une telle importance que le nodule ne comporte qu'une mince couronne siliceuse englobant un volumineux noyau de gypse. Les gros *silex* ont plusieurs centres gypseux.

» La couleur de ces nodules est celle du silex pyromaque plus claire et plus grise. Tous les échantillons sont zonaires. Les zones les plus foncées sont celles qui réalisent le mieux l'aspect de la pierre à fusil. Ces zones sont d'inégale épaisseur et s'ordonnent concentriquement par rapport au nucléus de gypse. Elles affectent grossièrement la forme de lemniscates dans les sections pratiquées par les centres des échantillons à double noyau gypseux.

» La cassure de ces *silex* est généralement plane, quelquefois inégale, toujours finement écailleuse. Ces différentes manières d'être se réalisent dans le même échantillon. L'examen attentif de la cassure révèle, à l'œil nu et surtout à la loupe, un état beaucoup plus cristallin que chez le silex pyromaque; il accuse une tendance à revêtir l'aspect des grès *lustrés* de la forêt de Fontainebleau.

» *Examen microscopique.* — Les sections minces pratiquées dans les parties exclusivement siliceuses montrent que les *silex* dits *les fusils* du gypse parisien sont essentiellement formés de *quartz* et des variétés de silice récemment découvertes et décrites par MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas (¹), la *quartzine* et la *lutécine* avec son groupement *lutécite*.

» 1° *Quartz.* — Les formes du quartz peuvent se ramener à deux principales : l'une, géométrique, représentée par des sections de cristaux bipyramidés avec faces du prisme très développées; l'autre, irrégulière, appartenant à des grains à contours découpés et le plus souvent anguleux.

» Les sections hexagonales, les plus nombreuses parmi celles qui affectent une forme géométrique, ont des dimensions toujours inférieures à celles des grains irréguliers les plus répandus. Ceux-ci mesurent, en moyenne, $0^{mm},1$ de diamètre.

» Les grains irréguliers sont isolés ou groupés en très grand nombre. Ces derniers s'accolent, se pénètrent intimement, et chacun d'eux a son orientation cristalline propre. Il en résulte des plages très étendues, qui ne diffèrent en rien des sections de quartzite à grands éléments.

» 2° *Quartzine.* — Sur les sections des cristaux de quartz et sur la plupart des grains irréguliers isolés sont implantées des lamelles fibreuses à allongement positif appartenant à la variété de silice appelée *quartzine*.

» La quartzine existe aussi indépendamment du quartz; c'est elle qui constitue les plages, parfois très étendues, où le quartz paraît faire défaut. On peut dire qu'elle forme la trame de la roche.

(¹) Michel-Lévy et Munier-Chalmas, *Sur de nouvelles formes de silice cristallisée* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 649-652). *Mémoire sur diverses formes affectées par le réseau élémentaire du quartz* (*Bull. Soc. Fr. de Min.*, t. XV, p. 159-161).

» Elle présente son maximum d'intérêt lorsqu'elle est en relation directe avec le quartz. Elle forme autour de ses grains une couronne à contours irréguliers et de largeur très variable. Les fibres qui constituent cette zone sont ou parallèles ou disposées en faisceaux enchevêtrés sous de petits angles. Que les fibres soient parallèles ou entrecroisées, la couronne de quartzine présente des zones d'accroissement concentriques. On retrouve également ces zones de concrétionnement dans les grains de quartz irréguliers, si homogènes qu'ils paraissent, quand on les examine avec de forts grossissements, le condenseur étant baissé. Dans quelques rares cas où la zone de quartzine est d'épaisseur très inégale, on voit les stries d'accroissement passer de la quartzine dans le quartz, qu'elle enveloppe. On peut aussi observer au centre de volumineux grains irréguliers, des stries concentriques dessinant de petits hexagones. Il en existe également dans le quartz faisant partie de grandes plages, à structure de quartzite.

» Il ressort de cet ensemble de faits que les grains de quartz des *silex* ne sont pas clastiques, mais qu'ils ont pris naissance en place. On retrouve conservés tous les stades qu'ils ont parcourus pour arriver à former les plages à structure de quartzite. Je n'en signalerai que quelques-uns :

» A. Le point de départ de leur formation est un minuscule cristal de quartz entouré d'une couronne de quartzine avec zones de concrétionnement parallèles aux contours du cristal. Le cristal grandit aux dépens de la quartzine. Il conserve sa forme cristalline et montre des zones d'accroissement rigoureusement parallèles à ses contours.

» B. Un cristal de plus grande taille, formé par le *processus* précédent, est revêtu de quartzine avec quelques zones parallèles aux faces; celles qui leur succèdent ont leurs angles émoussés. Vers l'extérieur, elles sont de moins en moins parallèles aux contours du cristal. Finalement, elles dessinent des formes quelconques.

» C. Le cristal s'assimile successivement ces différentes zones de quartzine. Il conserve d'abord sa forme cristalline, puis ses arêtes s'émoussent. Enfin, il se déforme et devient irrégulier.

» D. Lorsque les centres de production de quartz étaient très nombreux dans une plage, l'extension des éléments de quartz s'est trouvée limitée, entravée, et les grains voisins se sont accolés les uns aux autres. Comme l'orientation de chacun d'eux était quelconque, ils ont formé, en se soudant, de véritables plages de quartzite.

» La substitution de la silice au gypse a donc eu pour résultat de provoquer la genèse par voie aqueuse de cristaux et de grains irréguliers de quartz, ainsi que la reproduction d'une structure très répandue dans les roches siliceuses à la fois sédimentaires et métamorphiques (quartzites).

» 3° *Lutécine et lutécite.* — On sait que la lutécite a la forme de bipyramides hexagonales surbaissées avec faces du prisme remplacées par une macle en forme de gouttière séparant les deux pyramides.

» Je n'ai déterminé comme lutécine que les fibres groupées dans les coupes minces, de façon à reproduire rigoureusement les sections caractéristiques des cristaux de lutécite. Je citerai, en particulier, comme satisfaisant à cette condition, des sections

formées de quatre quadrants, deux à deux symétriques, par rapport à deux diamètres rectangulaires dont l'un correspond à la base hexagonale et l'autre à l'axe vertical (¹) (section par le plan diamétral de MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas).

» *Inclusions du quartz et de la quartzine.* — L'étude des préparations de *silex* en lumière naturelle révèle l'existence, dans le quartz et la quartzine, de grains incolores beaucoup plus réfringents que la silice qui les entoure. Ces éléments sont trop ténus pour être isolés et soumis à une analyse microchimique. Les teintes qu'ils présentent en lumière polarisée parallèle rappellent la *dolomie*.

» Les grains les plus volumineux sont rongés ou même déchiquetés; le quartz et la quartzine, qui les enveloppent, épousent leurs contours très découpés.

» Ces particules préexistaient à la silice. Je les ai retrouvées dans le gypse entourant les nodules siliceux. Certains échantillons montrent cette même substance à l'état de très fines inclusions, répandues en très grand nombre, tant dans les grains de quartz que dans les plages de quartzine. On a, dans ce fait, une nouvelle preuve que le quartz a pris naissance *in situ*.

» *Conclusions.* — De l'étude qui précède il résulte :

» 1° Que les nodules siliceux du gypse, désignés sous le nom de *silex*, ont une composition minéralogique et une microstructure essentiellement différentes de celles des silex proprement dits;

» 2° Qu'ils résultent d'une substitution de la silice au gypse;

» 3° Que la silicification en masse du gypse provoque, ainsi qu'on pouvait le prévoir d'après les recherches de MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas, la genèse de quelques-uns des groupements dont le réseau du quartz est susceptible;

» 4° Que le terme ultime de la série des transformations du gypse saccharoïde, sous l'action de la silice, est la production de plages uniquement quartzeuses, à structure identique à celle des quartzites.

» Les silex du gypse et les silex proprement dits diffèrent donc comme composition minéralogique, comme structure et comme origine. Aussi conviendrait-il de restreindre l'emploi du mot *silex* et de n'appliquer ce vocable qu'aux roches identiques en tous points aux silex de la craie. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Tremblement de terre constaté à Grenoble.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Une secousse séismique a été constatée à Grenoble le 3 février à $6^h 2^m 40^s$ du matin. Elle a été signalée par l'appareil avertisseur de la Faculté, et enregistrée par le séismomètre Angot. »

(¹) *Bull. Soc. franç. de Min.*, t. XV, p. 183, *fig.* 25 et *Pl. IV*, phot. 8; 1892.

M. V. Ducla adresse une « Classification générale des corps simples, d'après les quantités de chaleur absorbées par 1 décimètre cube de chaque corps, à l'état solide, pour une élévation de température de 1° ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1895.

Traité de Mécanique générale, comprenant les leçons professées à l'École Polytechnique par M. H. Resal, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut. Tome I, 2e édition. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 volume in-8°.

Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales. Études des fonctions analytiques sur une surface de Riemann; par Paul Appell, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences, et Edouard Goursat, Maître de conférences à l'École Normale supérieure. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 volume gr. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Février 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Février 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France et imprimés par son ordre : Tome XXXI. Deuxième série. Paris, Imprimerie Nationale, 1894; 1 volume in-4°.

Ministère de l'Intérieur : Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome XXIII (année 1893). Melun, 1894; 1 volume in-8°.

Abrégé de la théorie des fonctions elliptiques, à l'usage des candidats à la

licence ès Sciences mathématiques, par M. CHARLES HENRY, Maître de conférences à l'École pratique des Hautes Études, etc. Paris, Nony, 1895; 1 volume in-8°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par ordre de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXIX (1re, 2e et 3e Parties). Tome LXXX (1re et 2e Parties). Paris, Imprimerie Nationale, 1894; 5 volumes in-4°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Jeudi 31 janvier 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

STEFANO FRAVERSO, *Geologica dell'Ossola.* Genova, 1895; 1 volume in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order for the year 1890. London, 1894; in-4°.

Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano. Serie seconda, vol. XII, Parte II; 1890. Roma, 1895; 1 volume in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. LOEWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Guignard*, comme membre de la Section de Botanique, en remplacement de feu M. Duchartre.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Guignard** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la pénétration d'un projectile dans les semi-fluides et les solides;* par M. **H. Resal.**

« 1. Il paraît que Euler est le premier qui s'est occupé de cette question; il admettait que la résistance à la pénétration était indépendante de

la vitesse du projectile. Vers 1830, Poncelet proposa d'ajouter à la constante d'Euler un terme proportionnel au carré de la vitesse. Malgré cette innovation, on voit que le projectile éprouverait une résistance quand même il ne pénétrerait pas dans le milieu, ce qui est inadmissible.

» Je me propose, dans cette Note, de donner une nouvelle expression de la résistance dont il s'agit, à l'abri de la critique précédente, en faisant intervenir les notions que nous possédons maintenant sur la cohésion des semi-fluides et la résistance au cisaillement des solides.

» 2. Je considérerai d'abord le cas d'un prisme animé d'un mouvement parallèle à son axe.

» Soient :

Ω, σ l'aire et le périmètre de la section du prisme;
P le poids du projectile;
Δ le poids spécifique du milieu;
γ la cohésion d'un demi-fluide ou la résistance au cisaillement, par unité de surface;
V_0, V les vitesses du mobile lors de la pénétration et à l'instant t;
N la réaction variable du milieu sur le mobile;
s le chemin parcouru à l'instant t.

» On a, en suivant la marche indiquée par Newton,

$$N\,dt = \gamma\sigma V\,dt + \frac{\Delta}{g}\Omega V\,dt\,V;$$

d'où

$$N = \gamma\sigma V\left(1 + \frac{\Delta\Omega V}{g\gamma\sigma}\right).$$

Comme les choses ne se passent pas exactement ainsi, il faut affecter le terme en Δ d'un coefficient ε plus petit que l'unité, que l'expérience peut seule faire connaître; j'écrirai, en conséquence,

$$N = \gamma\sigma V\left(1 + \frac{\varepsilon\Delta\Omega V}{g\gamma\sigma}\right).$$

Le principe de la force vive donne

$$\frac{P}{g}V\,dV = -\gamma\sigma V\left(1 + \frac{\varepsilon\Delta\Omega V}{g\gamma\sigma}\right)ds,$$

d'où

$$s = \frac{P}{\varepsilon\Delta\Omega}\left[\log\left(1 + \frac{\varepsilon\Delta\Omega V_0}{g\gamma\sigma}\right) - \log\left(1 + \frac{\varepsilon\Delta\Omega V}{g\gamma\sigma}\right)\right].$$

Si l est la profondeur de la pénétration ou la valeur de s pour $V = 0$, on a

$$l = \frac{P}{\varepsilon \Delta \Omega} \log\left(1 + \frac{\varepsilon \Delta \Omega V_0}{g \gamma \sigma}\right)$$

et, pour un cylindre de révolution dont le rayon est a,

$$(1) \qquad l = \frac{4P}{\varepsilon \Delta \pi a^2} \log\left(1 + \frac{\varepsilon \Delta a}{4 g \gamma} V_0\right).$$

J'admettrai que cette formule s'applique aux projectiles oblongs et sphériques en attribuant à ε des valeurs convenables.

» Pour un même projectile et un même milieu, on peut écrire

$$(2) \qquad l = m \log(1 + n V_0).$$

» En admettant que l'expérience donne les profondeurs l, l' répondant à $V_0 > V'_0$ et posant $k = \frac{l}{l'}$, on aura, pour déterminer n,

$$(3) \qquad \log(1 + n V_0) - k \log(1 + n V'_0) = 0.$$

» La dérivée, par rapport à n, du premier membre de cette équation ou

$$\frac{V_0}{1 + n V_0} - \frac{k V'_0}{1 + n V'_0}$$

est positive pour $n = 0$, car, d'après l'observation, on a $V_0 > k V'_0$. Ce premier membre commencera à croître à partir de $n = 0$, atteindra son maximum pour

$$(4) \qquad n = \frac{V_0 - k V'_0}{V_0 V'_0 (k - 1)},$$

valeur qu'il est utile de considérer pour faciliter la résolution de l'équation (3).

» On peut mettre l'équation (2) sous la forme suivante, qui est plus commode pour les applications,

$$(5) \qquad l = A \operatorname{log vulg}(1 + n V_0),$$

en posant $A = 2{,}30258 m$.

» 3. *Comparaison avec les résultats de l'expérience.* — Les résultats les plus complets que l'on possède sont ceux qui se rapportent à la pénétration des projectiles sphériques de 24 et de 12 dans une terre argilo-calcaire des environs de Metz (expériences exécutées en 1834-1835, par les capitaines Morin, Piobert et Didion).

» Les chiffres obtenus pour la pénétration dans chaque série d'expériences présentent des anomalies qui atteignent parfois la proportion de $\frac{1}{3}$ et qui me paraissent dues aux causes suivantes :

» 1° La vitesse réelle de pénétration V_0 pouvait être un peu différente de la vitesse obtenue dans des expériences préliminaires;

» 2° Le tassement de la terre, dans le coffre qui la renfermait, pouvait présenter des inégalités;

» 3° L'état hygrométrique de la terre pouvait éprouver des variations, et cette cause est sérieuse si l'on remarque qu'on a respectivement $\Delta = 1600^{kg}$, $\Delta = 1750^{kg}$ pour l'argile sèche et humide. Quoique la détermination directe de γ laisse à désirer, on sait toutefois que ce coefficient croît avec le degré d'humidité.

» Comme il était à peu près impossible de s'en rapporter à des moyennes, les expérimentateurs ont corrigé les chiffres obtenus pour les profondeurs de pénétration au moyen de tracés que je n'ai pas à apprécier.

» En ce qui me concerne, j'ai choisi pour base de vérification les chiffres qui paraissaient le plus probables.

» *Projectile de* 24 ($P = 12^{kg}$, $a = 0^m,1482$). — En prenant $V_0 = 380^m$, $l = 3^m,28$, $V'_0 = 265^m$, $l' = 2^m,58$, la formule (3) m'a donné $n = 0,004748$; j'adopterai

$$n = 0,0048.$$

» J'ai été conduit à poser

$$l = 7^m,4 \log \text{vulg.} (1 + 0,0048 V_0). \tag{6}$$

» Dans le Tableau de comparaison suivant, j'ai fait un choix spécial des chiffres donnés par l'expérience

V_0.	l. Formule (6).	l. Expérience.	Observations.
m	m	m	
575	4,256	4,11	Un seul coup a été tiré.
505	3,965	3,51	Deux coups. Résultats considérés comme anormaux par les expérimentateurs.
450	3,678	3,72	»
380	3,220	3,28	»
265	2,637	2,65	»
190	2,083	1,95	»
135	1,596	1,15?	Un seul coup.

» *Projectile* de 12 ($P = 6^{kg},08$, $a = 0^m,1182$).

» En prenant $V_0 = 365^m$, $l = 2^m,4$, $V'_0 = 260^m$, $l' = 1^m,94$, j'ai obtenu

$n = 0,00486$. Comme théoriquement n est proportionnel au calibre, ce chiffre serait trop fort et, en considérant comme valable le nombre $n=0,0048$, obtenu pour le projectile de 24, on devrait avoir ici $n=0,370$. Je n'insisterai pas sur cette anomalie qui est de celles qui ont été expliquées plus haut. Je me bornerai à prendre $n = 0,0048$, et, par suite

$$(7) \qquad l = 5,85 \log \text{vulg.} (1 + 0,0048\,V_0),$$

d'où le Tableau suivant :

V_0.	l. Formule (7).	l. Expérience.
555^m	3^m,299	3^m,25 (Moyenne.)
485	3,055	2,96
365	2,560	2,47
260	2,057	1,94
180	1,582	1,37
135	1,269	0,89?

» Le rapport des coefficients A des formules (6) et (7) est 0,7931, et théoriquement devrait être égal à celui des calibres. Mais il n'en diffère pas sensiblement, le second rapport étant 0,7972.

» 4. Je vais chercher à tirer des expériences de Metz un aperçu sur les valeurs de Δ, ε, γ. Comme ce sont celles de ces expériences qui se rapportent aux projectiles de 24 qui m'inspirent le plus de confiance, je ne considérerai que la formule (6) qui, eu égard à la formule (1), donne

$$\frac{7,4}{2,30258} = \frac{4P}{\varepsilon\Delta\pi a^2}, \qquad 0,0048 = \frac{\varepsilon\Delta a}{4g\gamma}.$$

On déduit de là

$$\varepsilon\Delta = 229,007,$$
$$\gamma = 160^{kg},08.$$

» Pour la terre franche, Navier a obtenu $\gamma = 136^{kg}$.

» En prenant $\Delta = 1600^{kg}$, on obtient $\varepsilon = 0,143$, chiffre qui n'est pas tout à fait la moitié de celui qui se rapporte à l'air; ce qui n'a rien d'étonnant.

» En résumé, il résulte de ce qui précède qu'on peut en toute sûreté employer la formule (5), qui d'ailleurs est plus simple que celle qu'on déduit de l'hypothèse de Poncelet. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations dont l'intégrale générale est uniforme.* Note de M. **Émile Picard.**

« Les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme présentent un grand intérêt et ont déjà fait l'objet de bien des recherches. Dans des travaux déjà anciens, je me suis occupé particulièrement du cas où la variable indépendante n'entre pas explicitement dans l'équation, et je rappellerai seulement à ce sujet la proposition suivante (*Comptes rendus*, 28 avril 1890). Si, pour une équation

$$f(y, y', \ldots, y^{(m)}) = 0,$$

f étant un polynome, l'intégrale générale Y peut s'exprimer à l'aide d'une intégrale particulière y par la formule

$$Y = R(y, y', \ldots, y^{(m)}, a_1, a_2, \ldots, a_m),$$

R dépendant rationnellement des y, et les m lettres a représentant des constantes arbitraires, *l'intégrale générale de l'équation est nécessairement uniforme et elle peut s'exprimer à l'aide des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences.*

» Il est intéressant de former des types étendus d'équations à intégrale générale uniforme. On pense tout naturellement pour cet objet à la théorie des groupes, et c'est ainsi que je fus amené à considérer (*Comptes rendus*, 6 novembre 1893) une classe particulière de ces équations de Lie, à propos desquelles M. Vessiot vient de publier des résultats importants pour la théorie générale des groupes (*Comptes rendus*, 14 janvier 1895). En restant dans le même ordre d'idées, je voudrais indiquer aujourd'hui une classe bien délimitée d'équations, dont la théorie paraît susceptible d'être approfondie avec détails, et dont l'intégrale générale est une transcendante uniforme jouissant de propriétés intéressantes.

» Envisageons d'abord d'une manière générale le groupe de transformations à r paramètres

$$(1)\qquad \begin{cases} z_1 = f_1(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_r) \\ z_2 = f_2(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_r) \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ z_m = f_m(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, a_2, \ldots, a_r) \end{cases}$$

» Supposons $r < m$. Si l'on met à la place de $x_1, x_2, \ldots, x_m$ des fonctions déterminées d'ailleurs quelconques d'une variable t, et que l'on considère r des lettres z, soit

$$z_1, z_2, \ldots, z_r;$$

celles-ci deviendront des fonctions de t dépendant de r constantes arbitraires. On peut donc, par l'élimination des constantes, former un système S de r équations du premier ordre en $z_1, z_2, \ldots, z_r$ dont l'intégrale générale est donnée par les r premières des équations (1); il est clair que le système S ne changera pas si, à la place des fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_m$, on prend m autres fonctions dérivant des premières par une substitution du groupe.

» Ces généralités ont peu d'intérêt. Prenons de suite le cas particulier où le groupe (1) serait un groupe de *substitutions birationnelles* entre les r et les x, les a y figurant algébriquement. Le système S est alors un système d'équations différentielles algébriques, et les coefficients de $z_1, z_2, \ldots, z_r$ et de leurs dérivées sont des fonctions rationnelles de $x_1, x_2, \ldots, x_m$ et de leurs dérivées qui restent invariables par les substitutions du groupe. Ceci posé, faisons un choix particulier pour les fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_m$.

» Nous donnerons aux constantes a des valeurs déterminées, $a_1^0, a_2^0, \ldots, a_m^0$. La substitution birationnelle (1) est alors parfaitement déterminée, et, comme je l'ai montré (*Acta mathematica*, t. XVIII), il existe une infinité de systèmes de transcendantes $F_i(t), \ldots, F_m(t)$, uniformes dans tout le plan, admettant une première période ω', et telles que

$$F_i(t+\omega) = f_i[F_1(t), F_2(t), F_m(t), a_1^0, a_2^0, \ldots, a_r^0] \quad (i = 1, 2, \ldots, m).$$

» Nous prendrons pour les x un tel système de fonctions. Or les coefficients du système S sont des fonctions des x et de leurs dérivées que laissent invariables les substitutions du groupe (1); on en conclut que *ces coefficients sont des fonctions doublement périodiques de t*. Nous avons donc un système S d'équations différentielles algébriques à coefficients doublement périodiques et dont l'intégrale générale est une transcendante uniforme jouissant de propriétés remarquables par rapport au groupe de la double périodicité.

» On peut se poser la question inverse. La substitution birationnelle donnée conduit au type S d'équations différentielles, où les coefficients des z et de leurs dérivées sont des fonctions rationnelles des x et de leurs dérivées. En remplaçant ces coefficients par des fonctions de t, on recon-

naît immédiatement, au moyen d'opérations élémentaires, si le système correspondant est un système S. S'il en est ainsi, on sera évidemment assuré d'avoir des équations différentielles à points critiques fixes. En particulier, quand les coefficients seront des fonctions uniformes de la variable, on pourra en plus reconnaître si l'intégrale générale est uniforme (à moins qu'il n'y ait des points singuliers irréguliers); si enfin les coefficients sont des fonctions doublement périodiques, on aura comme intégrales des fonctions se distinguant seulement de celles dont nous avons parlé plus haut par le fait que le changement de t en $t+\omega'$ amènera sur les z une substitution différente de la substitution identique.

» Pour les équations dont nous venons de parler, les constantes entrent algébriquement dans l'intégrale générale. Il résulte alors des belles recherches de M. Painlevé sur les équations à points critiques fixes (*Comptes rendus*, 1893 et 1894), qu'elles se ramèneront à des équations linéaires. Il ne faudrait cependant pas tirer de cet énoncé que l'étude de tels cas ne peut rien donner de nouveau au point de vue de la théorie des fonctions. Le mécanisme de la réduction exige en général des inversions d'intégrales, et il sera peut-être intéressant de l'étudier avec détails dans le cas des équations à coefficients doublement périodiques dont il vient d'être question. Mais il est d'abord utile d'approfondir, au point de vue de leur représentation analytique, ces transcendantes qui généralisent les fonctions doublement périodiques; c'est un sujet sur lequel je me propose de revenir prochainement. »

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure du temps en Astronomie par une méthode indépendante de l'équation personnelle.* Note de M. G. Lippmann.

« 1. On sait que la détermination de l'heure du passage d'un astre au méridien est affectée par l'équation personnelle de l'observateur. Les méthodes très précises employées pour mesurer l'équation personnelle montrent qu'elle est variable pour une même personne et que l'erreur résiduelle demeure voisine de $\frac{1}{10}$ de seconde. Il en résulte une incertitude de $1'',5$ d'arc pour les étoiles équatoriales.

» Il serait inutile de vouloir perfectionner les excellentes méthodes employées pour évaluer l'équation personnelle. Cette cause d'erreur physiologique ne peut disparaître qu'en supprimant l'intervention directe de l'observateur. La présente Note a pour objet de faire connaître un dispo-

sitif qui ne fait intervenir dans la mesure du temps que des instruments de précision inanimés.

» 2. Supposons que l'on rende visibles, d'une manière permanente, les cercles horaires de la voûte céleste de seconde en seconde. Ces cercles sont fixes par rapport aux étoiles. On peut dès lors mesurer micrométriquement, sans se préoccuper du temps, les distances d'une étoile aux deux cercles horaires les plus voisins; on en conclut exactement l'heure de son passage au méridien; ou, pour mieux dire, on obtient directement sans passer par la mesure des temps, le résultat géométrique auquel il fallait arriver, c'est-à-dire la position des étoiles par rapport aux cercles horaires.

» 3. Un premier dispositif, impliquant l'usage de la Photographie, permet d'obtenir, sur les cartes photographiques du Ciel, l'image des cercles horaires de seconde en seconde.

» Une fente lumineuse fixe, très fine, est placée en avant d'un balancier d'horloge et d'une lampe, de façon à n'être éclairée que pendant un temps très court au commencement de chaque seconde, juste au moment où le balancier passe par la verticale.

» La lumière émise par la fente, rendue parallèle par une lentille collimatrice, est ensuite réfléchie par une glace transparente et orientée de façon à rendre le faisceau réfléchi *parallèle au méridien du lieu*. Tout ce système optique, fixe par rapport à la Terre, et réglé une fois pour toutes, fournit donc une image virtuelle de la fente rejetée à l'infini dans le plan du méridien et apparaissant par réflexion sur la glace transparente, en même temps que les étoiles sont visibles par transmission. On le règle à la façon d'une mire; c'est en effet une mire dont l'image se projette sur le ciel, et qui n'est visible que par intermittence.

» Il suffit dès lors de braquer devant l'appareil une lunette photographique ordinaire, montée parallactiquement sur un mouvement d'horlogerie, pour obtenir une carte d'une portion du ciel, obtenue avec une pose de plusieurs minutes ou de plusieurs heures, et portant en même temps un réseau de lignes fines verticales qui sont les cercles horaires de seconde en seconde de temps (1).

---

(1) Notre confrère, M. Faye, a proposé, dès 1849, d'employer la photographie pour éliminer l'équation personnelle. Tout récemment, des astronomes américains, entre autres M. Hagen, ont appliqué une méthode photographique dans ce même but; cette méthode exige que l'on prenne une série d'épreuves *instantanées* d'une étoile; elle exclut les longues poses nécessaires pour beaucoup d'étoiles.

» Bien que l'image des astres ait exigé une longue pose, et que l'impression du cercle horaire soit due à une série d'impressions instantanées, le tout vient au développement simultanément et avec une égale netteté. On peut s'en assurer sur quelques clichés d'essai que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie. Ces clichés ont été obtenus au moyen d'étoiles artificielles faibles qui ont posé une ou plusieurs minutes, le reste de l'appareil étant disposé comme il est dit plus haut.

» 4. On peut se dispenser d'avoir recours à la Photographie et se borner à rendre visibles d'une manière permanente, dans le champ d'une lunette, les cercles horaires en même temps que les astres. L'un des dispositifs à employer serait le suivant.

» Un disque opaque muni de traits verticaux équidistants, éclairés par une lampe, est placé dans le plan focal d'une lentille collimatrice. Les rayons rendus parallèles sont renvoyés dans l'objectif de l'instrument d'observation par une glace transparente à faces parallèles : on voit alors dans le ciel l'image nette des traits verticaux. Le disque opaque se déplace d'ailleurs horizontalement sous l'action d'une vis micrométrique à laquelle un mouvement d'horlogerie imprime une rotation continue d'un tour par seconde. L'appareil doit être réglé une fois pour toutes, de la manière suivante : 1° Il faut que la distance entre deux traits soit égale au pas de vis, et que cette distance soit vue du centre de la lentille collimatrice sous un angle de 1 seconde de temps.

» On vérifie cette condition par une mesure angulaire portant sur toute la longueur du micromètre. Si elle n'est pas suffisamment remplie par construction, on peut faire usage d'une lentille collimatrice double, dont on fait varier la distance des parties, et, par conséquent, la distance focale, d'une manière continue. 2° Il faut que, juste au commencement de chaque seconde, une division verticale se trouve dans le plan du méridien. On arrête la vis micrométrique dans une position telle que l'image de l'un quelconque des traits verticaux coïncide avec le fil micrométrique qui marque la position du méridien. D'autre part, un pendule battant la seconde envoie, chaque fois qu'il passe par la verticale, un rayon lumineux dans la direction de la vis micrométrique. Celle-ci est munie d'une tête divisée en n (par exemple en 100) parties. On fixe cette tête dans une position telle que le rayon lumineux tombe sur la division zéro.

» L'appareil est alors réglé; il est d'ailleurs pourvu d'un engrenage différentiel commandé par une manette et qui permet à l'observateur, pendant la marche, de ramener la division zéro sous le rayon lumineux.

En regardant dans la lunette on voit les traits verticaux immobiles par rapport aux étoiles, et il ne reste plus qu'à mesurer la distance des étoiles aux traits.

» Il est à remarquer que le réglage une fois terminé, on peut supprimer la lunette à réticule qui a servi à le faire, et la remplacer par un télescope ou un équatorial optiquement plus puissant.

» La mesure du temps se fait simplement de la façon suivante. L'observateur, en agissant sur la manette, amène un des traits verticaux à bissecter l'astre en expérience. Il s'assure, à loisir, que la coïncidence est complète; il ne lui reste plus qu'à regarder quelle est la division de la tête de vis éclairée à chaque passage du pendule, c'est-à-dire à lire un nombre entier *p* fois de suite. Si ce nombre est par exemple 23, le temps cherché est $0^s,23$.

» 5. On peut encore transformer un équatorial en instrument des passages, de la manière suivante : dans le plan focal de l'instrument on met un micromètre dont les traits sont distants de 1^s de temps. On a, d'ailleurs, disposé en avant de l'objectif la fente à éclairs décrite plus haut, et donnant un faisceau parallèle au méridien. On amène l'image de la fente à apparaître en coïncidence avec l'un des traits du micromètre; la coïncidence se reproduit d'elle-même pendant les secondes suivantes avec les traits suivants. Le micromètre est alors en place, et ses traits, immobiles par rapport à l'image des étoiles, coïncident avec les cercles horaires [1].

» Il faut un micromètre différent pour chaque déclinaison. »

M. **d'Abbadie**, à la suite de la Communication de M. Lippmann, ajoute :

« Il y a plus de cinquante ans, notre défunt confrère Breguet me montra la gravure d'un champ de lunette traversé par de longs rayons métalliques, se succédant à des intervalles d'une seconde sidérale. Un mouvement spécial d'horlogerie faisait mouvoir ces rayons; l'étoile ou le phénomène céleste était, ou occulté par un rayon lors de son passage, ou vu entre deux de ces rayons mobiles et consécutifs. Dans ce dernier cas, l'observateur *estimait*, en dixièmes de seconde, la distance à la seconde la

---

[1] Le micromètre peut être fabriqué pour la Photographie. On inscrit sur une plaque sensible, placée dans le plan de l'équatorial, les traces successives du méridien, en masquant les étoiles. L'objectif n'étant pas achromatisé pour les rayons chimiques, il est nécessaire d'absorber ceux-ci par un écran de collodion jauni.

plus voisine. La différence entre le passage d'un rayon par le milieu du champ et les battements de la pendule était mesurée par estimation avant et après l'observation qu'on désirait obtenir en temps absolu. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les dépendances mutuelles des déterminants potentiels.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Au cours de quelques recherches sur le sujet de la présente Note [1], j'ai rencontré la propriété suivante des nombres entiers, qui, je crois, n'avait pas été remarquée et dont je donnerai un autre jour la démonstration.

» LEMME. — *Le produit* $\Pi(a)$ *de n nombres entiers différents a, b, c, ..., multiplié par le produit* $\Pi(a-b)$ *de leurs différences deux à deux, a pour valeur un multiple* λ *des n premières factorielles,* ce qu'on peut écrire symboliquement ainsi

$$\Pi(a).\Pi(a-b) = \lambda . n!(n-1)!\ldots 3!2!$$

ou, sous une autre forme,

$$\Pi(a).\Pi(a-b) = 1^n . 2^{n-1} . 3^{n-2} \ldots (n-1)^2 n^1.$$

» Sans m'arrêter aujourd'hui à cette proposition, j'en vais indiquer quelques conséquences concernant les dépendances mutuelles des déterminants potentiels.

» Je désigne par cette appellation les déterminants dont chaque *ligne* ne contient que des puissances entières de l'*élément* qui la caractérise, et dont chaque *colonne* contient une même puissance des divers éléments. Je suppose d'ailleurs que les éléments et les exposants se succèdent dans les colonnes et dans les lignes, respectivement, selon leurs valeurs croissantes.

» Quand les éléments sont la suite naturelle des nombres $1, 2, 3, \ldots, n$, le déterminant Δ_n sera dit *majeur* et d'*ordre n*; dans le cas contraire, le déterminant δ_p, d'ordre p, sera dit *mineur;* celui-ci peut être regardé comme étant le résidu d'un majeur d'ordre $n (n > p)$ dans lequel on a supprimé $n-p$ lignes et un pareil nombre de colonnes.

---

[1] Sujet qui, à ma connaissance, n'a pas encore été exploré dans cette voie.

» Ces conventions admises, je vais démontrer que :

» Théorème. — *Tout déterminant potentiel mineur* δ_p *est un multiple entier du déterminant majeur de même ordre, c'est-à-dire que* $\delta_p = k.\Delta_p$ (k étant un nombre entier).

» Je commence par rappeler deux propriétés connues des déterminants potentiels (¹) :

» 1° La valeur de Δ_n est égale au produit $n!$ de ses éléments, multiplié par le produit de leurs $\frac{n(n-1)}{2}$ différences deux à deux;

» 2° La valeur de δ_p est égale au produit $\Pi(a^i)$ de ses éléments (première colonne), multiplié par le produit $\Pi(a-b)$ des différences deux à deux de ceux-ci *pris à la première puissance*, et par un facteur numérique, dont la valeur change, dans un même ordre p, d'un δ_p à l'autre δ'_p.

» De la première de ces propriétés découlent immédiatement les relations connues qui lient entre eux les déterminants majeurs des divers ordres, savoir :

$$\Delta_n = n!\,\Delta_{n-1} = n!(n-1)!\,\Delta_{n-2} = \ldots = n!(n-1)!(n-2)!\ldots 4!\,3!\,2!.$$

» De la seconde, moyennant l'intervention du lemme, on conclut, directement aussi, le théorème ci-dessus.

» Si les exposants des puissances se succèdent régulièrement, à partir de l'exposant initial i, avec l'intervalle constant d'une unité, dans les colonnes du déterminant mineur (celui-ci pouvant alors être regardé comme le résidu d'un majeur d'ordre n où l'on aurait effacé $n-p$ lignes *quelconques*, ainsi que les $n-p$ colonnes consécutives de l'ordre le plus élevé à partir de la $n^{\text{ième}}$), la valeur du déterminant mineur est simplement

$$\delta_p = \Pi(a^i)\,\Pi(a-b).$$

» Il n'en est pas de même si les valeurs des exposants sont discontinues (i, $i+k$, $i+m$, $i+q$, ...); la valeur du déterminant, écrite ci-dessus, est alors multipliée par un facteur entier μ qui est, comme $\Pi(a^i)$ et $\Pi(a-b)$, une fonction symétrique des éléments a, b, c, ..., et dont la complication s'accroît rapidement avec la discontinuité des exposants. En voici quelques

---

(¹) Pour la démonstration de ces deux propriétés, on peut consulter, par exemple, le Traité d'Algèbre supérieure de notre éminent correspondant M. G. Salmon, sous le titre *Lessons introductory to the modern higher Algebra*, p. 14, 15 et 340, 4ᵉ édiiton (Dublin, 1885).

exemples où, pour abréger l'écriture, on n'a écrit, entre parenthèses, que la première ligne de chaque déterminant :

$$\text{Pour } \delta_3 = \begin{cases} (a & a^2 & a^3) \\ (a & a^3 & a^4) \\ (a & a^4 & a^5) \\ (a & a^5 & a^6) \\ (a & a^2 & a^4) \\ (a & a^2 & a^7) \end{cases}, \qquad \mu = \begin{cases} 1 \\ \Sigma(ab) \\ \Sigma(a^2b^2) + \Pi(a)\Sigma(a) \\ \Sigma(a^3b^3) + \Pi(a)\Sigma[a^2(b+c)] \\ \Sigma(a) \\ \Sigma(a)\Sigma(a^4) + \Sigma(a^2b^2)\Sigma(a+b) + \Pi(a)\Sigma(a^2) \end{cases}$$

....;

$$\text{Pour } \delta_4 = \begin{cases} (a & a^2 & a^3 & a^5) \\ (a & a^2 & a^4 & a^5) \\ (a & a^3 & a^4 & a^5) \end{cases}, \qquad \mu = \begin{cases} \Sigma(a) \\ \Sigma(ab) \\ \Sigma(abc) \end{cases}$$

....

» *Exemple :*

$$\delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 4 & 4^3 & 4^4 \\ 5 & 5^3 & 5^4 \end{vmatrix} = \mu\Pi(a)\Pi(a-b).$$

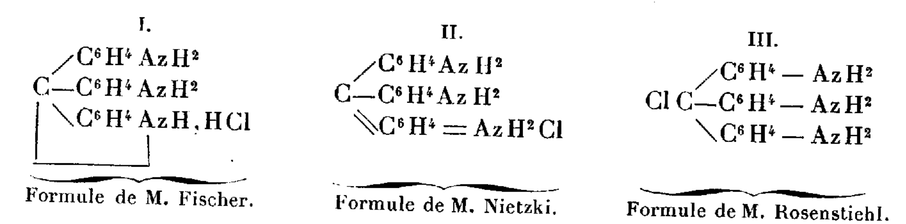
Ici, d'après le Tableau qui précède, on a $\mu = \Sigma(ab) = 4 + 5 + 20 = 29$, puis $\Pi(a)\Pi(a-b) = 20.12$ et $\Delta_3 = 12$, d'où $\delta_3 = 580\,\Delta_3$, comme on le vérifie aisément, etc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude ébullioscopique de certains colorants du triphénylméthane;* par MM. **A. Haller** et **P. Th. Muller.**

« On connaît les intéressantes discussions auxquelles ont donné lieu, dans ces dernières années, les colorants du triphénylméthane.

» Les uns, comme MM. O. et E. Fischer, Nietzki, Bernthsen, Friedlander, etc., imbus de la théorie fort séduisante des groupes chromophores, introduite dans la Science par M. O. Witt, attribuent la fonction de colorants des dérivés basiques du triphénylméthane, à la présence d'un groupement quinonimide. Ils représentent ces matières par les formules I ou II, où l'un des atomes d'azote joue le rôle d'élément quintivalent, rôle qui n'est cependant pas tout à fait comparable à celui qu'il joue dans les chlorures d'ammonium substitués.

» Pour M. Rosenstiehl, au contraire, la fonction de colorant de ces composés serait due : 1° à la position para qu'occupent les groupes AR^2 (R = H, CH^3, C^2H^5, ...) vis-à-vis du carbone méthanique central; 2° à l'union, à ce même carbone méthanique, d'un élément ou groupement de fonction opposée à celle du groupement introduit dans les noyaux benzéniques, formule III. Cette manière de voir, fort simple, dispense d'invoquer des transpositions moléculaires, des phénomènes de *tautomérie*, et assimile la formation de ces colorants à celle d'éthers d'alcools dérivés du triphénylcarbinol.



Formule de M. Fischer. Formule de M. Nietzki. Formule de M. Rosenstiehl.

» Nos formules représentent le terme le plus simple des corps étudiés, la parafuchsine; les autres, le violet cristallisé ou hexaméthylé et la rhodamine n'étant que des dérivés de substitution (¹). Tous ces produits ont été purifiés au préalable et analysés, de façon qu'il n'y ait aucun doute sur leur composition.

» Nos recherches ont donc eu pour but de nous assurer comment se comportent ces matières quand on soumet leur solution à l'étude ébullioscopique.

» Nous pouvons calculer à l'avance l'élévation du point d'ébullition e, que nous devons obtenir si nos molécules ne sont pas dissociées; n désignant le nombre de molécules contenues dans 1^{kg} d'eau, on aura

$$e = 0,52n.$$

» Au contraire, si les molécules sont dissociées par l'eau, e sera notablement plus grand que $0,52n$. Or, on sait, par un ensemble d'expériences faites sur les chlorures d'ammonium simple ou composés, que ces produits subissent une dissociation d'au moins 50 pour 100 pour $n = 0,1$ et $n = 0,2$. Nous l'avons vérifié nous-mêmes, par la méthode ébullioscopique,

(¹) La parafuchsine nous a été fournie gracieusement par la fabrique de matières colorantes de Höchst; le violet nous a été offert par la Société de Saint-Denis (Poirrier et Dalsace); quant à la rhodamine, nous l'avons préparée nous-mêmes.

sur le chlorhydrate d'ammoniaque et le chlorhydrate d'aniline (dans ce dernier cas, il se produit, comme on sait, une hydrolyse notable de la substance).

» Les deux premières formules de constitution de la parafuchsine, données plus haut, représentent, dans une certaine mesure, des chlorures d'ammonium, c'est-à-dire des molécules où le chlore est uni à un atome d'azote pentavalent. Envisagées comme telles, elles font prévoir la dissociation de la substance. La troisième formule ne comporte, au contraire, aucune dissociation; l'élévation du point d'ébullition doit être normale et donnée sensiblement par le produit $0,52\,n$.

Violet cristallisé : $Cl.C[C^6H^4.Az(CH^3)^2]^3 = 407,5$.

n.	e (observé).	$e = 0,52\,n$.
0,1582	0°,068	0,082
0,1946	0,083	0,101
0,2225	0,098	0,116

Parafuchsine : $ClC[C^6H^4AzH^2]^3 + 4H^2O = 395,5$.

0,1147	0,047	0,059
0,1161	0,072	0,060
0,1165	0,073	0,061

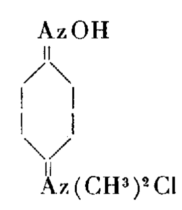
Rhodamine : $C^6H^4 \begin{cases} \overset{Cl}{\underset{|}{}}C \begin{cases} C^6H^3 \diagdown Az[C^2H^5]^2 \\ \qquad\quad O \\ C^6H^3 \diagup Az[C^2H^5]^2 \end{cases} \\ COOH \end{cases} = 478,5$.

0,1358	0,061	0,0706
0,1562	0,072	0,0812

» Quoique ces nombres n'expriment que de petites élévations du point d'ébullition, ils montrent cependant, d'une façon très nette, que les chlorhydrates de nos matières colorantes ne se comportent pas du tout comme les chlorhydrates des sels d'ammonium. Pour ces derniers, l'élévation serait au moins de $0,52\,n \times \frac{3}{2}$; la différence entre ces nombres et ceux que nous avons trouvés directement est notablement plus grande que les erreurs expérimentales possibles.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer plus haut, dans la formule de M. Nietzki, bien que jouant le rôle d'un élément pentavalent, l'azote peut ne pas se comporter comme l'azote des chlorures d'ammonium, et le groupe $= AzHHCl$ peut résister à toute dissociation. Pour parer à cette

objection, nous avons fait une expérience avec le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline, auquel M. Nietzki assigne la formule de constitution



Quand on dissout ce sel dans l'eau, il subit l'hydrolyse comme les chlorhydrates des amines aromatiques. D'autre part, soumise à un essai cryoscopique, cette molécule a donné, pour $n = 0,1017$, un abaissement 0,354, tandis que le calcul produit 0,190 si la molécule restait intacte.

» En résumé, et c'est pour le moment la seule conclusion qu'il nous soit permis de tirer de cette étude préliminaire, dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés, *les chlorhydrates des matières colorantes du groupe du triphénylméthane amidé ne sont pas dissociés, tandis que les chlorures d'ammonium et le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline le sont de la façon la plus nette.*

» Ces recherches sont continuées sur d'autres matières colorantes basiques (¹). »

M. Sappey, en présentant à l'Académie un « Atlas d'Anatomie descriptive », de M. *Laskowski*, professeur à la Faculté de Médecine de Genève et doyen de cette Faculté, s'exprime comme il suit :

« Cet Atlas, remarquable à la fois par ses grandes dimensions, par sa belle exécution et par sa valeur scientifique, se compose de 16 planches en chromo-lithographie, de grandeur demi-nature; ces planches, pour la plupart, comprennent 8, 10, 12, et jusqu'à 15 figures, qui se groupent autour d'une figure principale. Elles se distinguent par la beauté du dessin et l'éclat du coloris. A ces brillantes qualités, l'auteur en a ajouté d'autres, plus précieuses encore : l'exactitude, la précision, la vérité anatomique sous toutes ses formes. Ces solides qualités, puisées dans l'étude appro-

(¹) Dans la dernière Note de MM. A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 298, *au lieu de :* « acide triphénylméthane orthocarbonique », *lire :* « acide triphénylcarbinol orthocarbonique ».

fondie de la nature, ont été l'objet de la constante sollicitude de l'auteur. On les retrouve dans toutes les parties de son Ouvrage. Doué d'un rare talent d'observation, il représente fidèlement les divers organes du corps, dans leur ensemble et leurs moindres détails, dans leur situation relative et leurs rapports. Il a su conserver à chacun d'eux la forme qui lui appartient, l'aspect qui le caractérise, la couleur qui lui est propre, ...

» Il me paraît avoir réalisé une œuvre vraiment grande et belle, supérieure à la plupart de celles qui l'ont précédée, qui restera comme un modèle, et qui sera longtemps et souvent consultée.

» M. Laskowski, en publiant cet Ouvrage, paraît s'être proposé deux buts bien différents. Les planches qui le composent peuvent être réunies; elles formeront alors un Atlas, qui prendra place dans toutes les grandes bibliothèques. Elles pourront être aussi séparées et fixées sur les murs d'une salle de dissection : ainsi exposées et mises sous les yeux des élèves, elles auraient pour avantage de leur servir de modèles et de les guider dans leurs études. »

(Renvoi à la Commission des prix Montyon.)

M. **Milne-Edwards**, en présentant à l'Académie le premier fascicule d'un nouveau Recueil « Le Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle », s'exprime comme il suit :

« Les Professeurs du Muséum ont pensé qu'il y aurait un avantage incontestable à resserrer les liens qui rattachent les différents services, et à multiplier les contacts entre des hommes qui, chacun dans sa spécialité, concourent à l'avancement de la Science : ils ont réalisé cette pensée en convoquant tous les membres du Muséum à des réunions mensuelles, où chacun vient entretenir l'Assemblée des recherches qu'il poursuit. Les communications qui sont faites ainsi sont immédiatement publiées dans le « Bulletin ». Cette feuille apprendra au public ce qui se fait dans cet établissement; elle donnera la preuve de l'activité qui y règne; elle montrera, aux personnes qui ont enrichi les collections, que leurs dons ne restent pas sans emploi et sont de suite utilisés ; elle sera, en quelque sorte, la traduction de la vie scientifique du Muséum. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *Kummer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Weierstrass obtient	. . . .	43 suffrages.
M. Frankland »	. . . .	1 »
M. Huxley »	. . . .	1 »

M. **Weierstrass**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *F. de Lesseps*.

Cette Commission doit comprendre deux Membres appartenant aux Sections de Sciences mathématiques, deux Membres appartenant aux Sections de Sciences physiques, et deux Académiciens libres. Le Président de l'Académie en exercice fait partie, de droit, de la Commission.

MM. **Bertrand**, **Fizeau**, **Berthelot**, **Schlœsing**, **Larrey**, **Damour** réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **E. Carvallo** adresse la lettre suivante, concernant un pli cacheté relatif à l'établissement théorique des lois de l'absorption cristalline :

« J'ai l'honneur de solliciter de l'Académie l'ouverture du pli cacheté accepté par elle, dans sa séance du 2 mai 1892, et inscrit sous le n° 4789. Elle voudra bien constater que ce pli renferme l'établissement théorique de lois de l'absorption cristalline qui, explicitées dans le cas d'un cristal uniaxe, s'énoncent ainsi :

» I. Pour le rayon ordinaire, l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption sont constants, quel que soit l'angle du rayon lumineux avec l'axe cristallographique.

» II. La loi de l'indice du rayon extraordinaire n'est pas altérée sensiblement par l'absorption.

» III. L'absorption du rayon extraordinaire est représentée par la formule

$$\frac{k}{n^3} = \frac{k_0}{n_0^3}\cos^2\theta + \frac{k_e}{n_e^3}\sin^2\theta,$$

où k, n, θ représentent le coefficient d'absorption, l'indice de réfraction et l'angle de la normale à l'onde plane avec l'axe cristallographique.

» La vérification de cette loi est fournie par plusieurs séries d'expériences, dans quelques variétés de tourmalines, pour des rayons calorifiques.

» Un Mémoire donnera bientôt, avec les résultats ci-dessus, le développement de ces matières dans des cas plus complexes. »

Le pli cacheté est ouvert, en séance, par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient est renvoyée à la Section de Physique.

M. L. **Bardes** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif aux lois fondamentales d'une synthèse algébrique.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **Prompt** adresse, par l'entremise de M. Bouquet de la Grye, une photographie qui doit être jointe à son Mémoire sur la congélation de l'eau.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. P. **Koubanoff** adresse un travail « Sur les champignons du paludisme ».

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Duclaux, Guignard.)

M. L.-L. **de Koninck** adresse, de Liège, une réclamation de priorité concernant les propriétés signalées dans les sulfures de nickel et de cobalt. Il joint, à l'appui de cette réclamation, deux feuilles du « Traité de Chimie analytique minérale », qu'il a publié l'an dernier : on y pourra constater les résultats obtenus, soit dans son laboratoire, soit par lui-même.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. DE MALHERBE adresse une Note relative à l'emploi d'un ballon captif, pour les explorations au pôle Nord.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. LINDER prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par la mort de M. *F. de Lesseps*.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur la rotation et les mouvements des planètes.* Note de M. **H. DESLANDRES**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai entrepris récemment, sur le conseil de M. Poincaré, l'étude spectrale de la planète Jupiter, au point de vue des variations spéciales de longueur d'onde ou des déplacements que la rotation impose à sa lumière. La vitesse linéaire de rotation à l'équateur, que j'appellerai v_e, est considérable pour Jupiter, et égale à $12^{km},4$ par seconde; et, pour les deux extrémités du diamètre équatorial vu de la Terre, la différence de vitesse est $2v_e$ ou $24^{km},8$. Mais la lumière de la planète ne lui est pas propre; elle vient du Soleil, et l'on peut remarquer aussitôt que, sur la planète supposée en opposition, la lumière solaire, aux deux extrémités du diamètre équatorial, arrive déjà modifiée, déplacée du fait de la rotation par rapport au Soleil et donc doit présenter déjà la différence due à $2v_e$, lorsqu'elle est transformée en lumière diffuse sur la planète. Pour un observateur terrestre, la différence totale serait alors $4v_e$ (¹). En fait, l'équateur de Jupiter présente un cas entièrement nouveau, parmi les nombreuses applications faites depuis vingt ans en Astronomie, du grand principe de Doppler-Fizeau; c'est le cas où le corps éclairé a un mouvement radial notable,

(¹) L'axe de rotation de Jupiter est en effet à peu près perpendiculaire à l'écliptique et donc à la ligne Jupiter-Terre et Jupiter-Soleil.

non seulement par rapport à l'observateur, mais par rapport à la source de lumière. La question mérite un examen spécial par elle-même, et par ses conséquences.

» Mais la comparaison des spectres de deux points opposés de l'équateur jovien n'est pas facile, surtout avec le seul appareil dont je dispose. Cet appareil, qui est fixé au grand télescope de $1^m,20$, est un spectroscope photographique dont la fente, parallèle aux mouvements du télescope en ascension droite, fait un angle variable, mais faible, avec l'équateur jovien, et ne peut être rendue tangente à ses extrémités. Nécessairement, les extrémités à comparer se réduisent à deux points, qui, d'ailleurs, ayant une intensité moindre que le centre de la planète, viennent mal en photographie. De plus, la monture du télescope ne permet pas de maintenir entièrement fixe une image stellaire.

» Les premiers essais furent faits en 1893, en juxtaposant sur la fente les deux extrémités équatoriales photographiées successivement. Le déplacement fut trouvé nettement supérieur à $2v_e$; mais la faiblesse du spectre au bord de la planète, et les variations de température dans une pose de une heure et demie rendaient le déplacement total incertain.

» La recherche fut reprise en 1894, dans des conditions plus favorables, la planète étant en opposition et l'équateur jovien étant parallèle à la fente. Par un très beau temps, le 23 novembre, une épreuve montrant bien les bords fut obtenue avec le concours de mon assistant, M. Millochau, qui m'a aidé dans toutes les expériences. L'épreuve portait des spectres témoins, déjà décrits dans une Note précédente, qui permettent de corriger les écarts dus à la température. Le déplacement mesuré est égal à $47^{km},3$, le déplacement calculé étant $49^{km},5$ (1).

» Le même résultat fut obtenu plus simplement avec des épreuves d'une intensité insuffisante aux bords, et offrant soit deux Jupiter juxtaposés, soit un seul Jupiter avec un spectre de comparaison. Mais je me suis appuyé sur le théorème général suivant, facile à démontrer : *Pour chaque point de l'image d'un astre, le déplacement dû à la rotation, par rapport à la Terre, peut être représenté, en grandeur et en signe, par la distance de ce point*

---

(1) Le déplacement calculé est inférieur à $4v_e$ de $0^{km},01$ parce que la planète n'était pas exactement en opposition. Le déplacement observable à l'équateur est donné en effet par la formule simple $2v_e(1+\cos\alpha)$, α étant l'angle des lignes Jupiter-Terre et Jupiter-Soleil.

à la projection de l'axe de rotation (1). Le théorème conduit aux propriétés suivantes (2) :

» 1° La raie spectrale qui correspond à la section faite par la fente dans l'image de Jupiter est, en chacun de ses points, inclinée du même angle sur la raie similaire d'une source terrestre; 2° les mouvements de l'image en déclinaison ne modifient pas cette inclinaison et produisent seulement un renforcement de la partie centrale du spectre; 3° les mouvements de l'image en ascension droite rendent les raies plus larges et diffuses, mais ne modifient pas non plus cette inclinaison.

» Avec les épreuves présentant deux Jupiter, on a placé le fil du micromètre sur la partie centrale de la raie pour l'un des spectres, et l'on a mesuré le déplacement nécessaire pour bissecter la raie correspondante de l'autre spectre. On a ajouté une petite correction due à la courbure des raies et l'on a trouvé $48^{\text{km}},5$ et $50^{\text{km}},2$.

» Mais les épreuves avec un seul Jupiter et un spectre de comparaison sont encore meilleures, car elles échappent aux écarts de température. On mesure l'inclinaison de la raie de la planète, dans sa partie la plus nette, par rapport à la raie de comparaison, et l'on en déduit le déplacement total pour une hauteur du spectre égale au diamètre équatorial de Jupiter. On a trouvé ainsi $50^{\text{km}},1$; $47^{\text{km}},9$; $48^{\text{km}},2$; $46^{\text{km}},9$ sur quatre épreuves différentes.

» En résumé, la conclusion est la suivante : *Lorsqu'un corps est éclairé par diffusion, sa lumière subit le déplacement, non seulement par rapport à l'observateur, mais aussi par rapport à la source.*

» Les conséquences sont nombreuses : souvent on a essayé les spectroscopes stellaires sur la Lune, qui était supposée ne pas donner lieu à un déplacement, sa vitesse radiale par rapport à la Terre étant très faible; mais, la vitesse radiale par rapport au Soleil n'est pas négligeable, et est comprise entre + et $-1^{\text{km}},50$. De même, pour les planètes, les vitesses

---

(1) Le déplacement dû à la rotation est aussi proportionnel à la vitesse linéaire équatoriale et au sinus de l'angle que le rayon visuel fait avec l'axe de rotation.

(2) Ce théorème s'applique à la recherche de la rotation de l'atmosphère des étoiles, par l'examen de leurs raies brillantes (*Comptes rendus*, 25 juillet 1892). La raie brillante, avec une forte dispersion, donne en raccourci l'image des plages brillantes de l'atmosphère. Le spectroscope sépare, en effet, les parties qui ont des vitesses radiales différentes; et il est remarquable que la séparation se fasse en conservant l'image des parties dans le sens perpendiculaire à l'axe. Le spectroscope peut donc indiquer des détails de la surface des étoiles qui échappent absolument aux plus grandes lunettes.

radiales par rapport au Soleil ont les limites suivantes : Mercure $\pm 9^{km},81$, Vénus $\pm 0^{km},24$, Terre $\pm 0^{km},50$, Mars $\pm 2^{km},24$, Jupiter $\pm 0^{km},63$.

» Les corrections correspondantes sont nécessaires avec les spectroscopes stellaires actuels qui, en exceptant un ou deux appareils américains, donnent cependant une précision bien moindre que les grands spectroscopes construits par Rowland pour le spectre solaire. Ces derniers assurent la mesure des longueurs d'onde à $\frac{1}{5000000}$ et donc la mesure des vitesses à 60^{m} près. Il est permis d'espérer que l'on pourra un jour, grâce aux progrès des réseaux, les employer pour les étoiles, en dépit de leurs grandes dimensions, et malgré la faiblesse des lumières stellaires. Or la planète Vénus a un très grand éclat, surtout en haute montagne ; le déplacement de sa lumière, mesuré avec un spectroscope de même puissance, donnerait la vitesse radiale et donc la parallaxe du Soleil à $\frac{1}{250}$ près ; si la même mesure pouvait être faite sur Mercure, l'approximation serait de $\frac{1}{800}$. Mais, l'étude spectrale de Vénus peut, avec des appareils moins puissants, donner la loi de sa rotation ; car si la planète tourne aussi vite que la Terre, les différences de déplacement observables, d'après les résultats précédents sur Jupiter, varieraient de 0^{k} à 2^{k}, la planète allant de la conjonction inférieure à la conjonction supérieure.

» L'étude spectrale de Vénus, indiquée déjà en 1848 par M. Fizeau, comme décisive pour la loi des déplacements, peut donner aussi la loi de sa rotation, et même une mesure précise de la distance de la Terre au Soleil. »

Observations au sujet de la Communication précédente de M. Deslandres ; par M. **H. Poincaré.**

« Le principe de Doppler-Fizeau ne doit pas être appliqué de la même manière quand l'astre en mouvement possède une lumière propre, ou quand il réfléchit la lumière solaire.

» Supposons une planète renvoyant à la Terre la lumière du Soleil. Soient R la distance de la planète à la Terre ; R′ la distance de la planète au Soleil.

» Considérons une vibration lumineuse émanée du Soleil à l'instant O ; elle arrivera à la Terre à l'instant

$$(1)\qquad \frac{R+R'}{V},$$

V étant la vitesse de la lumière.

» La vibration suivante partira du Soleil à l'instant τ, si τ est la période de la vibration lumineuse envisagée.

» Pendant ce temps τ, les distances R et R' seront devenues

$$R + \tau \frac{dR}{dt}, \qquad R' + \tau \frac{dR'}{dt}.$$

» Cette seconde vibration arrivera donc à la Terre à l'instant

$$(2) \qquad \tau + \frac{R + R'}{V} + \frac{\tau}{V}\left(\frac{dR}{dt} + \frac{dR'}{dt}\right).$$

» La période apparente sera la différence des expressions (2) et (1), c'est-à-dire

$$\tau\left[1 + \frac{1}{V}\left(\frac{dR}{dt} + \frac{dR'}{dt}\right)\right].$$

» Le déplacement de la raie sera donc proportionnel non pas à $\frac{dR}{dt}$, mais à $\frac{dR}{dt} + \frac{dR'}{dt}$.

» Les observations de M. Deslandres confirment ces vues théoriques, ce qu'on n'avait pas fait jusqu'ici, puisqu'on avait opéré sur Vénus dont l'excentricité est très faible, de sorte que $\frac{dR'}{dt}$ est négligeable, ou sur des comètes qui ont une lumière propre.

» La lumière qui nous est réfléchie par les planètes a subi une triple absorption, par l'atmosphère solaire, par l'atmosphère planétaire, par l'atmosphère terrestre. Les raies dues à la première absorption ont subi un déplacement proportionnel à $\frac{dR}{dt} + \frac{dR'}{dt}$; les raies dues à l'atmosphère planétaire ont subi un déplacement proportionnel à $\frac{dR}{dt}$; enfin les raies telluriques n'ont subi aucun déplacement.

» Il y a là une différence dont on trouvera peut-être un jour le moyen de tirer parti. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la position du pôle par la photographie.* Note de M. C. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« La position perpétuellement changeante du pôle céleste parmi les étoiles en vertu de divers mouvements de la Terre, dont le principal est celui de la précession des équinoxes, peut être déterminée avec une grande

précision en pointant un appareil photographique sur le pôle et en laissant les étoiles marquer, par leur mouvement autour de ce point, leurs traînées sur la plaque destinée à enregistrer ce mouvement.

» Déjà il y a un quart de siècle, pendant l'hiver de 1869-70, j'avais fait un premier essai pour déterminer cette position du pôle par l'observation du mouvement des circompolaires, essai publié au Tome VI de mes *Études sur l'Astronomie,* avec la Carte de ces circompolaires. Le pôle était alors situé à peu près au milieu d'une ligne menée entre deux étoiles de 7e grandeur, λ Petite Ourse et 2320 B.A.C., à 1°23′ de l'étoile polaire. Il était marqué par la rotation de trois petites étoiles formant un triangle allongé et représentant en quelque sorte la dernière constellation tournant autour du pôle.

» Précisément, en raison du déplacement assez rapide de ce point sur la sphère céleste, il était intéressant de déterminer périodiquement la position précise du prolongement de l'axe de la Terre. L'habile constructeur Fleury-Hermagis ayant bien voulu mettre à la disposition de l'observatoire de Juvisy un excellent objectif photographique de six pouces, et MM. Lumière nous ayant offert des plaques d'une remarquable sensibilité, nous avons choisi, dans le cours de l'automne dernier, les nuits les plus transparentes (et sans clair de lune) pour pointer l'appareil photographique sur le pôle, l'y laisser immobile, et recevoir sur la plaque le tracé circulaire de toutes les étoiles voisines du pôle. L'expérience a admirablement réussi. Les durées d'exposition ont été de 2, 4 et 6 heures. On voit sur ces clichés les tracés circulaires de 30°, 60° et 90° d'un nombre considérable d'étoiles de toutes grandeurs, la largeur du tracé dépendant de l'éclat photogénique de l'étoile et de la vitesse de son mouvement, vitesse d'autant plus faible que l'on s'approche davantage du pôle où elle est nulle. Les clichés sont des plaques de $18^{cm} \times 24^{cm}$, couvrant plus de 12° en largeur et 16° en hauteur, s'étendant au minimum jusqu'à 6° de distance polaire, et portant les tracés de plus de deux cents étoiles.

» L'image harmonieuse du tranquille mouvement de la Terre se montre sur ces photographies comme en un reflet céleste fourni par les étoiles elles-mêmes. On a essayé de reproduire par la photogravure le cliché de la pose de quatre heures. Cette reproduction ne renferme pas les étoiles les plus pâles du cliché, mais elles contient les plus brillantes et donne une idée exacte de ces tracés circulaires. La figure a été non pas réduite mais rognée à 120^{mm} de largeur et 164^{mm} de hauteur. Elle contient une centaine d'étoiles circompolaires, que l'on peut identifier sur les Catalogues, et notamment sur celui de Carrington.

» Le cliché a été pris le 6 septembre dernier et la pose a été de deux



Photographie de la rotation des étoiles autour du pôle.

cent cinquante minutes, de $7^h 50^m$ à minuit. Les arcs de trajectoires mesu-

rent donc 62°, 5. L'image reproduite ici est directe, c'est-à-dire telle qu'on voit le Ciel à l'œil nu. Les étoiles tournent en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre.

» La trajectoire la plus épaisse, celle que l'on remarque à 18^{mm} au-dessous du centre, est celle de l'étoile polaire, dont la distance au pôle est actuellement de $1°15'26''$ et dont la grandeur $=2,2$. Ascension droite : $1^h 20^m 5^s$.

» A gauche ou à l'ouest du pôle, à la distance de 15^{mm}, la trajectoire brillante est celle de l'étoile 2320 B.A.C, dont la distance au pôle est $1°3'3''$ et la grandeur 7,1. Ascension droite : $7^h 51^m 20^s$.

» A droite, ou à l'est, à la distance de 14^{mm}, la trajectoire est celle de l'étoile λ Petite Ourse, dont la distance au pôle est $1°1'28''$ et la grandeur 6,5. Ascension droite : $19^h 29^m 12^s$. Quoique l'étoile soit plus brillante que la précédente, sa lumière est moins photogénique et la traînée est moins marquée.

» Tout à fait au-dessous du pôle, à la distance de 5^{mm} ou de $0°20'$, on remarque une traînée assez brillante : elle enregistre l'étoile *b*, de 9,5, du catalogue de Carrington. L'ascension droite, qui était de $1^h 47^m$ en 1855, est actuellement de $2^h 55^m$, et la distance polaire a diminué de $31'$ à $20'$.

» L'étoile la plus proche du pôle, et qui en est extrêmement voisine, s'est enregistrée sous la forme d'un trait minuscule, malgré son amplitude de 62°, à $0^{mm},8$ seulement du point commun de révolution des étoiles, ou environ $3',4$ de distance polaire. Cette étoile est la circompolaire *t* du catalogue de Carrington, de 10e grandeur. Sa position était, en 1855, $22^h 13^m$ et $0°12'$; elle est aujourd'hui vers $17^h 45^m$ et $0°3'$. La trajectoire est très marquée à cause de la lenteur du mouvement.

» Entre cette polarissime et l'étoile *b*, on en voit une autre, la plus proche du pôle après celle-ci, à $10'$ environ. On peut l'identifier avec l'étoile *a* de Carrington, de 10e grandeur également.

» La réfraction, dont on peut tenir compte d'ailleurs, n'a qu'une action très faible, et insensible à l'échelle de cette Carte.

» Toutes les circompolaires de la *Connaissance des Temps* ont été identifiées. Les voici :

	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	
Étoile polaire.	2,2	1.20. 4	1°.15′
δ Petite Ourse.	4,4	18. 6.30	3.23
3495 B.A.C.	5,0	10.14.12	5.13
51 Céphée.	5,3	6.50.47	2.47

	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	° ′
42 Céphée (8213).........	5,7	23.27.49	3.17
4165 B.A.C.	6,2	12.14.20	1.43
λ Petite Ourse...........	6,5	19.29.12	1. 1
1235 B.A.C.	6,7	4. 3.23	4.43
2320 B.A.C.	7,1	7.51.20	1. 3
5140 B.A.C.	7,1	15.11.27	2.22
7504 B.A.C.	7,4	21.20.44	3.24

» A ces étoiles s'en ajoutent beaucoup d'autres, depuis la 5e grandeur jusqu'à la 11e, et nous avons pu construire une Carte que nous nous proposons de mettre prochainement sous les yeux de l'Académie. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une surface du sixième ordre, qui se rattache à la surface de Kummer.* Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« Soit $K(x_1, x_2, x_3) = 0$ l'équation d'une surface du quatrième ordre; une sécante quelconque issue d'un point $O(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)$ coupe la surface en quatre points a_1, a_2, a_3, a_4 qu'on peut, de trois manières, répartir en deux couples.

» Soit a_1, a_2 et a_3, a_4 un de ces groupements : les couples a_1, a_2 et a_3, a_4 déterminent sur la sécante une involution du second ordre, dans laquelle le point O a un conjugué m. Cette construction donne trois points m sur toute sécante issue de O : le lieu des points m, quand la sécante varie, est une surface du sixième ordre ayant pour équation

$$K(x_1, x_2, x_3, x_4)\,H^2(x_1, \ldots, x_4) - K(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4)\,P^2(x_1, \ldots, x_4) = 0,$$

où P et H désignent les premiers membres des équations de la première et de la troisième polaire du point O par rapport à la surface K, c'est-à-dire

$$P = \alpha_1 \frac{\partial K}{\partial x_1} + \ldots + \alpha_4 \frac{\partial K}{\partial x_4},$$
$$6H = \alpha_1^3 \frac{\partial^3 K}{\partial x_1^3} + 3\alpha_1^2 \alpha_2 \frac{\partial^3 K}{\partial x_1^2\, \partial x_2} + \ldots + \alpha_4^3 \frac{\partial^3 K}{\partial x_4^3}.$$

» Lorsque K est une surface de Kummer, la surface du sixième ordre qu'on obtient ainsi est précisément la surface S que j'ai, dans une Note précédente, définie directement à l'aide des fonctions abéliennes de genre trois.

» On voit ainsi que S a, pour ligne double, une cubique plane, intersection de la première polaire et du plan polaire de O par rapport à la surface de Kummer K. Ce mode de génération montre également que S admet pour points doubles les seize points doubles de K et contient les douze bitangentes qu'on peut mener de O à cette surface; enfin les deux surfaces S et K se touchent le long de la courbe de contact du cône, de sommet O, circonscrit à K.

» Notre construction géométrique met aussi en évidence le lien qui unit la surface S aux fonctions abéliennes. On sait, d'après un beau théorème de M. Klein, que, étant données une surface de Kummer, K, et une droite, δ, à toute répartition en deux couples des quatre points communs à K et à δ, correspond une répartition en deux couples des quatre plans tangents qu'on peut mener à la surface par la droite, et réciproquement. Si la droite passe par O, les plans tangents précédents touchent le cône de *quatrième classe*, C', circonscrit à K à partir du point O : il en résulte que, à un couple de plans tangents du cône C', correspond un seul point de la surface S, et, inversement, qu'à un point de S correspondent deux couples de plans tangents de C', ces quatre plans ayant une droite commune. C'est précisément, sous forme corrélative, une relation que nous avons signalée entre la surface S et la courbe plane du *quatrième ordre*.

» On déduit également de cette remarque que les sections de la surface S par les plans tangents au cône C' sont des courbes (du sixième ordre) de genre trois, ayant mêmes modules; elles correspondent au cône point par génératrice.

» L'emploi des fonctions abéliennes permet d'étudier assez simplement les courbes tracées sur la surface S; nous indiquerons deux propriétés relatives aux sections de cette surface par ses adjointes d'ordre trois, c'est-à-dire par les surfaces cubiques qui passent par la courbe double et par le point triple isolé, O.

» Admettons, pour abréger le langage, que la fonction désignée par $\vartheta_2(u, v, w)$ dans notre Note précédente, soit la fonction abélienne du premier ordre ayant tous les éléments de sa caractéristique nuls; cette fonction est paire. Cela posé :

» 1° Les courbes communes à S et à ses adjointes d'ordre trois ont pour équation générale

$$\varphi(u, v, w) = 0,$$

où $\varphi(u, v, w)$ est une fonction abélienne paire, d'ordre trois, de caractéristique nulle, et réciproquement.

» 2° Les courbes communes à S et à ses adjointes d'ordre trois *qui ont un point double en* O, ont pour équation générale

$$\theta(u, v, w) = 0$$

où $\theta(u, v, w)$ est une fonction abélienne paire, d'ordre deux, de caractéristique nulle, et réciproquement.

» Il est à observer qu'il y a huit fonctions θ linéairement distinctes, tandis qu'il y a seulement sept surfaces adjointes, linéairement distinctes, d'ordre trois, ayant un point double en O; la contradiction apparente provient de ce que, parmi les θ, figure la fonction $\vartheta_1^2(u, v, w)$, qui s'annule en tous les points de S.

» De là se déduisent plusieurs propriétés géométriques; par exemple :

» Le long de chacune des trente biquadratiques tracées sur S, on peut circonscrire à la surface une surface cubique adjointe, ayant un point double en O et coupant en outre S suivant quatre droites.

» Les trente biquadratiques sont situées par groupes de trois, sur des surfaces cubiques adjointes, etc.

» Des propositions analogues s'appliquent aux trente-deux cubiques planes de la surface.

» Enfin la considération de la surface S permet d'arriver à des théorèmes nouveaux sur la courbe plane générale du quatrième ordre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations fonctionnelles.* Note de M. LEAU, présentée par M. Appell.

« L'objet de cette Note est d'énoncer un théorème relatif à l'existence de solutions holomorphes pour un système d'équations fonctionnelles d'un type très général, et d'étendre, sur certains points, au cas de plusieurs variables, la théorie développée par M. Kœnigs (*Annales de l'École Normale*, 1884 et 1885).

» Soient les substitutions

$$x_s^{(j)} = \varphi_{sj}(x_1, \ldots, x_n), \qquad \begin{pmatrix} s = 1, 2, \ldots, n \\ j = 1, 2, \ldots, p \end{pmatrix}$$

où les fonctions φ_{sj}, holomorphes au point $a_1, a_2, \ldots, a_n$, se réduisent à a_s pour $x_1 = a_1, \ldots, x_n = a_n$; et soit $z^{(j)}$ le résultat de la substitution de $x_1^{(j)}, \ldots, x_n^{(j)}$ à $x_1, \ldots, x_n$ dans une fonction z.

» Soit, d'autre part, le système

$$(1)\qquad u_i = F_i(x_s, u_l^{(k)}) \qquad \begin{pmatrix} i \\ l \end{pmatrix} = 1, 2, \ldots, m),$$

où les F_i désignent des fonctions holomorphes des variables x, des quantités $u_l^{(k)}$, au voisinage du point $x_1 = a_1, \ldots, x_n = a_n$, $u_l^{(k)} = b_l$ pour lequel on a

$$b_i = F_i(a_s, b_l).$$

» On peut chercher à calculer par différentiation des équations (1) les dérivées des fonctions inconnues u au point a. Soit Δ_α le déterminant, défini au signe près, des inconnues lorsqu'on veut ainsi déterminer les dérivées d'ordre α, celles des ordres précédents étant supposées connues.

» Théorème. — *Si l'on a pour les dérivées des u jusqu'à l'ordre r inclusivement un système de valeurs* S, *vérifiant les équations dérivées, et si* $\Delta_\alpha \neq 0$, $(\alpha > r)$; *si, de plus*

$$\left| \frac{\partial \varphi_{sj}}{\partial x_h} \right|_{x_1 = a_1, \ldots, x_n = a_n} < \frac{1}{n}$$

pour toutes les valeurs de s, j et h, il existe une solution holomorphe et une seule, vérifiant les équations (1), *et formée de fonctions u qui se réduisent en a aux b, et dont les dérivées au même point prennent les valeurs du système* S.

» *Application.* — Étant donnée une substitution satisfaisant aux conditions du théorème précédent, on propose de déterminer une fonction u et une constante k telles que l'on ait

$$u^{(1)} = ku.$$

» $\Delta_1 = 0$ est une équation en k de degré n. Nous supposerons qu'elle n'a pas de racine nulle. Les racines se classent en différentes espèces, telles que, à chaque racine k_i d'ordre r_i correspondent des fonctions $f_{i1}, f_{i2}, \ldots, f_{ir_i}$ holomorphes en a et que, si k_i est de première espèce, on ait

$$f_{i1}^{(1)} = k_i f_{i1};$$

f_{11} étant une pareille fonction, posons

$$b_{11}(x_1, \ldots x_n) = \frac{Lf_{11}}{Lk_1}.$$

» A la racine k_i d'ordre r_i correspondent r_i solutions $u_{i1}, \ldots, u_{ir_i}$; u_{iq} est un polynome par rapport aux $f_{i1}, \ldots, f_{iq-1}, f_{iq}$ et aux f relatifs à des racines des espèces précédentes, les coefficients étant des polynomes en b_{11} à coefficients constants.

» Si l'on pose

$$\frac{\mathrm{L}u_{iq}}{\mathrm{L}k_i} = b_{iq},$$

et si ω est un nombre quelconque, la solution générale est $k = k_1^{\omega}$, $u = u_{11}^{\omega}\,\Omega(b_{iq})$, Ω étant une fonction des b_{iq} assujettie seulement à demeurer invariable quand on augmente simultanément tous ses arguments de 1 ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants ponctuels de l'équation différentielle ordinaire du second ordre.* Note de M. **Tresse**, présentée par M. Picard.

« Dans une précédente Communication (5 décembre 1892) et dans un Mémoire (¹) plus développé, je me suis occupé de la recherche, en général, des invariants différentiels d'une multiplicité analytique, soumise aux transformations d'un *groupe continu de Lie*. Je veux en indiquer une application particulière à l'équation

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = \omega\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right),$$

sur laquelle on effectue une transformation quelconque du groupe ponctuel du plan :

$$(2) \qquad x' = \mathrm{X}(x, y), \qquad y' = \mathrm{Y}(x, y).$$

» Les résultats que j'ai obtenus sur ce problème, d'un abord compliqué, me semblent assez simples pour mériter d'être signalés.

» J'emploie les notations suivantes : $\varphi(x, y, z)$ étant une fonction de x, y, et $z = \frac{dy}{dx}$, je pose

$$\frac{d\varphi}{dx} = \frac{\partial\varphi}{\partial x} + z\frac{\partial\varphi}{\partial y}, \qquad \varphi_k = \frac{\partial^k\varphi}{\partial z^k}, \qquad \varphi_{k,i,j} = \frac{d^i}{dx^i}\frac{\partial^{j+k}\varphi}{\partial y^j\,\partial z^k},$$

et il est utile de remarquer que les opérations $\frac{\partial}{\partial y}$ et $\frac{\partial}{\partial z}$, $\frac{d}{dx}$ et $\frac{\partial}{\partial y}$ sont

(¹) Tresse, *Sur les invariants différentiels des groupes continus de transformations* (*Acta mathematica*, t. XVIII).

commutatives, tandis que $\frac{d}{dx}$ et $\frac{\partial}{\partial z}$ ne le sont plus. Voici à quelles propositions on arrive :

» 1° La formation des invariants, telle qu'elle va être donnée, tombe en défaut pour *une seule classe d'équations singulières,* définies par

$$\omega_4 = 0, \tag{3}$$

c'est-à-dire de la forme

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = a_0 \left(\frac{dy}{dx}\right)^3 - a_2 \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + b_2 \frac{dy}{dx} - b_0.$$

» Elles ont été étudiées par M. Roger Liouville, au point de vue de leur intégration, et par moi-même, au point de vue de la détermination de leurs invariants [1].

» 2° Pour toute autre équation, il existe une infinité d'*invariants relatifs*, chacun d'eux, J, étant affecté de deux indices entiers, positifs, négatifs ou nuls, p et q, de sorte que, si la transformation (2) change J en J', on a

$$J' = J \left[\frac{D(X, Y)}{D(x, y)}\right]^{-p} \left(\frac{\partial X}{\partial x} + z \frac{\partial X}{\partial y}\right)^{p-q}.$$

» Tout *invariant absolu* est alors une combinaison homogène et de degré zéro, par rapport à chaque indice, des invariants relatifs.

» 3° Il existe *trois paramètres différentiels :*

$$\Delta_z J = \frac{\partial J}{\partial z} - \frac{p-q}{5} \frac{\omega_5}{\omega_4} J \qquad (\text{indices } p+1,\ q-1),$$

$$\Delta_x J = \frac{dJ}{dx} + \omega \Delta_z J + \left[(2p+3q)\left(\omega_1 + \frac{3}{5}\frac{\omega\omega_5}{\omega_4}\right) + (p+2q)\frac{\omega_{410}}{\omega_4}\right] J$$
$$(\text{indices } p,\ q+1),$$

$$\Delta_y J = \frac{\partial J}{\partial y} + \frac{\omega_5}{5\omega_4}\Delta_x J + \frac{2\omega_1\omega_4 + \omega\omega_5 + \omega_{410}}{\omega_4}\Delta_z J$$
$$- \left[\frac{2p+3q}{8}\left(\omega_2 + \frac{6}{5}\frac{\omega_5}{\omega_4}\frac{2\omega_1\omega_4 + \omega\omega_5 + \omega_{410}}{\omega_4}\right) + \frac{2p+q}{4}\frac{\omega_{401}}{\omega_4}\right] J$$
$$(\text{indices } p+1,\ q),$$

qui, appliqués à J, donnent de nouveaux invariants.

» 4° On obtient tous les invariants relatifs en combinant ces paramètres

(1) Roger Liouville, *Sur les invariants de certaines équations différentielles* (*Journal de l'École Polytechnique*, LIXe Cahier). — Tresse, *loc. cit.*

avec *quatre invariants* seulement, qui sont :

$$\omega_4 \quad (\text{indices } 3,\ -2), \qquad \Omega_6 = \omega_6 - \frac{6\omega_5^2}{\omega_4} \quad (\text{indices } 5,\ -4),$$

$$4 = \omega_{220} - 4\omega_{111} + 6\omega_{002} - \omega(3\omega_{201} - 2\omega_{310}) - \omega_1(\omega_{210} - 4\omega_{101})$$
$$- 3\omega_2\omega_{001} + \omega_3\omega_{010} + \omega^2\omega_4 \qquad (\text{indices } 1,\ 2),$$

$$\Omega_{10}^5 = \omega_{510} + \frac{5}{4}\omega_{401} + \omega\omega_6 + \frac{3}{2}\omega_1\omega_5 + \frac{15}{8}\omega_2\omega_4 - \frac{3}{4}\frac{\omega_5}{\omega_4}(\omega\omega_5 + \omega_{410})$$
$$(\text{indices } 4,\ -2).$$

» Les trois paramètres appliqués à ω_4 donnent des résultats identiquement nuls.

» 5° Il existe deux invariants relatifs du quatrième ordre, ω_4 et H ; trois du cinquième ordre, $\Delta_z H$, $\Delta_x H$, $\Delta_y H$; onze du sixième ordre, et, en général, pour $n > 6$, $\frac{n^2 - n - 8}{2}$ du $n^{\text{ième}}$ ordre.

» On connaît la signification de la relation (3) ; elle exprime que, quelle que soit la direction de sa tangente, la courbure d'une courbe intégrale n'est jamais infinie. La seconde équation invariante du quatrième ordre, $H = 0$, n'a pas encore été signalée, je crois ; il serait intéressant d'obtenir sa signification.

» 6° A l'aide de ces invariants, on peut former des critériums nécessaires et suffisants pour qu'une équation (1) puisse se ramener, par une transformation ponctuelle, à une équation donnée de même forme.

» Par exemple, on peut chercher à quels caractères on reconnaîtra qu'une équation (1) admet une transformation infinitésimale. C'est une étude sur laquelle je me réserve de revenir, en même temps que je développerai la méthode qui m'a conduit aux résultats précédents. Elle exige la discussion de différents cas, suivant que l'équation (1), même avec $\omega_4 \neq 0$, admet une, ou deux, ou trois transformations infinitésimales, et suivant la structure de leur groupe. En particulier, en se plaçant dans toute la généralité du problème, *les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il y ait une transformation infinitésimale sont que trois invariants absolus quelconques soient toujours liés par une relation*. Avec deux transformations infinitésimales, il y aura une relation entre deux invariants absolus quelconques ; mais ici, cette condition n'est plus suffisante.

» Au reste, il n'y a plus, dans cette question, qu'à s'inspirer des idées très fécondes exposées par Lie dans un de ses nombreux Mémoires (1). »

(1) SOPHUS LIE, *Classification und Integration von Differentialgleichungen* (*Archiv for Mathematik og naturvidenskab*, Kristiania, 1883).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes de l'Arithmologie.* Note de M. N. **Bougaief**, présentée par M. Darboux.

« En désignant par $\xi(n)$, $\xi_1(n)$ le nombre et la somme de tous les diviseurs du nombre entier n, par $\xi(m, n)$, $\xi_1(m, n)$ le nombre et la somme des diviseurs du nombre n qui ne surpassent pas n, on aura les lois numériques suivantes :

» *Première loi.* — Pour chaque nombre entier n existe la loi

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}\sum_{2,(n)}^{n} d\,\mathrm{E}\left(\frac{n}{d-1}\right)+n &= \xi_1(1+n,n)+\xi_1\left[1+\mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right),n\right]\\ &\quad+\xi_1\left[1+\mathrm{E}\left(\frac{n}{3}\right),n\right]+\ldots+\xi_1\left[1+\mathrm{E}\left(\frac{n}{n}\right),n\right]\\ &= \mathbf{S}_{u=1}^{u=n}\xi_1\left[1+\mathrm{E}\left(\frac{n}{u}\right),n\right].\end{aligned}\right.$$

» Pour $n=10$, cette loi donne

$$\begin{aligned}&\sum_{2,(10)}^{10} d\mathrm{E}\left(\frac{10}{d-1}\right)+10\\ &\quad=2\mathrm{E}\frac{10}{1}+5\mathrm{E}\frac{10}{4}+10\mathrm{E}\frac{10}{9}+10\\ &\quad=\xi_1(11,10)+\xi_1(6,10)+\xi_1(4,10)+\xi_1(3,10)+5\xi_1(2,10)=50.\end{aligned}$$

» *Seconde loi.* — Pour chaque nombre entier n existe la loi numérique

$$\begin{aligned}&\sum_{2,(n)}^{n}\left(\mathrm{E}\sqrt{\frac{n}{d-1}}\right)+\mathrm{E}\sqrt{n}\\ &\quad=\xi(1+n,n)+\xi\left(1+\mathrm{E}\frac{n}{2^2},n\right)\\ &\qquad\qquad+\xi\left(1+\mathrm{E}\frac{n}{3^2},n\right)+\ldots+\xi\left[1+\mathrm{E}\left(\frac{n}{\mathrm{E}\sqrt{n}}\right)^2,n\right].\end{aligned}$$

» Pour $n=10$, nous avons

$$\begin{aligned}&\mathrm{E}\sqrt{\frac{10}{1}}+\mathrm{E}\sqrt{\frac{10}{5-1}}+\mathrm{E}\sqrt{\frac{10}{10-1}}+\mathrm{E}\sqrt{10}=3+1+1+3=8,\\ &\quad\xi(11,10)+\xi\left(1+\mathrm{E}\sqrt{\frac{10}{2^2}},10\right)+\xi\left(1+\mathrm{E}\sqrt{\frac{10}{3^2}},10\right)\\ &\qquad=\xi(11,10)+\xi(3,10)+\xi(2,10)=4+2+2=8.\end{aligned}$$

» *Troisième loi.* — Pour tous les nombres entiers a lieu la relation

$$\sum_n d\,\mathrm{E}\frac{n}{d^2} = \xi_1(\mathrm{E}\sqrt{n}, n) + \xi_1\left(\mathrm{E}\sqrt{\frac{n}{2}}, n\right) + \ldots = \mathbf{S}_{u=1}^{u=n}\xi_1\left(\mathrm{E}\sqrt{\frac{n}{u}}, n\right).$$

» Pour $n = 12$, nous avons

$$\begin{aligned}
&\sum_{12} d\,\mathrm{E}\frac{12}{d^2}\\
&= 1\,\mathrm{E}\frac{12}{1} + 2\,\mathrm{E}\frac{12}{2^2} + 3\,\mathrm{E}\frac{12}{3^2}\\
&= \quad \xi_1(\mathrm{E}\sqrt{12}, 12) + \xi_1(\mathrm{E}\sqrt{6}, 12) + \xi_1(\mathrm{E}\sqrt{4}, 12) + \xi_1(\mathrm{E}\sqrt{3}, 12)\\
&\quad + \xi_1\left(\mathrm{E}\sqrt{\frac{12}{5}}, 12\right) + \xi_1\left(\mathrm{E}\sqrt{\frac{12}{6}}, 12\right) + 6\xi_1(1, 12)\\
&= \xi_1(3, 12) + 2\xi_1(2, 12) + 9\xi_1(1, 12)\\
&= (1 + 2 + 3) + 2(1 + 2) + 9.1\\
&= 12 + 2.3 + 3.1\\
&= 21.
\end{aligned}$$

» *Quatrième loi.* — Pour chaque nombre entier n a lieu la loi

$$\begin{aligned}
&\mathbf{S}_{u=1}^{u=n}\xi\left(u + \mathrm{E}\sqrt{\frac{n}{u}}, n\right) + (1 + \mathrm{E}\sqrt{n})\,\xi(\mathrm{E}\sqrt{n}, n) - \xi(\mathrm{E}\sqrt{n}, n)\\
&\quad = \mathbf{S}_{u=1}^{u=\mathrm{E}\sqrt{n}}\xi\left(u + \mathrm{E}\frac{n}{u^2}, n\right) + (n + 1)\,\xi(n) - \xi_1(n).
\end{aligned}$$

» *Cinquième loi.* — Pour chaque fonction arbitraire $\psi(n)$ et pour chaque nombre entier $a \leqq 2\,\mathrm{E}(\sqrt{n})$ a lieu la relation

$$\begin{aligned}
\sum_n \psi(d)\,\mathrm{E}\left(\frac{n^2 + a}{d}\right) &= \sum_{1,(n)}^{\mathrm{E}\frac{n^2+a}{1}}\psi(d) + \sum_{1,n}^{\mathrm{E}\frac{n^2+a}{2}}\psi(d) + \ldots\\
&= \mathbf{S}_{u=1}^{u=n}\sum_{1,(n)}^{\mathrm{E}\frac{n^2+a}{u}}\psi(d).
\end{aligned}$$

» Dans le cas où $a = 0$, nous avons la loi

$$n\sum_{(n)}\delta\,\theta(d) = \sum_{1,(n)}^{\mathrm{E}\frac{n^2}{1}}\theta(d) + \sum_{1,(n)}^{\mathrm{E}\frac{n^2}{2}}\theta(d) + \ldots.$$

» Cette loi, pour la fonction $\theta(d) = 1$, prend la forme

$$n\,\xi_1(n) = \xi\left(\mathrm{E}\frac{n^2}{1}, n\right) + \xi\left(\mathrm{E}\frac{n^2}{2}, n\right) + \xi\left(\mathrm{E}\frac{n^2}{3}, n\right) + \ldots.$$

» Pour chaque fonction arbitraire $\theta(n)$ a lieu la loi numérique

$$\mathbf{S}_{u=1}^{u=n} \sum_{1,(n)}^{E\frac{n^2}{u}} \theta(d) = n\, \mathbf{S}_{u=1}^{u=n} \sum_{1,(n)}^{E\frac{n}{u}} \theta(d). \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Abaissement du point de congélation, et diminution relative de la tension de vapeur dans les dissolutions étendues.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soit dans un tube osmotique cylindrique, vertical, de section égale à 1, une dissolution très étendue en équilibre, du côté de la paroi semi-perméable, avec l'eau pure dont la surface libre est sur le même plan horizontal que cette paroi, et à son sommet avec la vapeur émise par l'eau. La pression osmotique π a pour valeur le poids de la dissolution diminué du poids de la vapeur déplacée. Si H est la hauteur osmotique, D et d les poids spécifiques moyens de la dissolution et de la vapeur d'eau, on a

$$(1) \qquad H = \frac{\pi}{D - d}.$$

» Admettons la relation de M. Van t'Hoff

$$(2) \qquad \pi V = iPV = iR_1 T \qquad \text{ou} \qquad \pi = \frac{iR_1 T}{V},$$

V et R_1 se rapportant à 1^{gr} de corps dissous.

» J'ai démontré (*Comptes rendus* du 29 octobre 1894) que, si T est la température de congélation de la dissolution, lorsqu'elle est très voisine de T_0, on avait

$$(3) \qquad H = \frac{E l_0}{T_0}(T_0 - T) = R_2 T_0 \frac{F - f}{F}.$$

» I. *Abaissement du point de congélation.* — Soit s la concentration de la dissolution, exprimée par le nombre de grammes du corps dissous *dans* 100^{gr} *de dissolution;* la relation (2) devient

$$\pi = iR_s T \frac{Ds}{100},$$

et, par suite, la relation (1)

$$H = iR_s T \frac{s}{100} \frac{D}{D - d};$$

avec la relation (3), on obtient

$$T_0 - T = i\frac{R_s}{E}\frac{T_0 T}{l_0}\frac{s}{100}\frac{D}{D-d};$$

et à la limite

$$(4) \qquad T_0 - T = i\frac{R_s}{E}\frac{T_0^2}{l_0}\frac{s}{100}.$$

» Si M_s est le poids moléculaire du corps dissous, n le nombre de molécules dissoutes dans 100^{gr} de dissolution; si $\mathcal{R} = R_s M_s$ constante moléculaire des gaz; comme $\frac{\mathcal{R}}{E \times 100} = 0,01988$, on a

$$T_0 - T = i \times 0,01988\,\frac{T_0^2}{l_0}\,n,$$

relation ne différant de celles de MM. Van t'Hoff et Duhem que par la signification de n.

» II. *Diminution relative de la tension de vapeur.* — De la relation (4) et des deux derniers membres de la relation (3), on obtient

$$\frac{F-f}{F} = i\frac{R_s}{R_e}\frac{s}{100} = i\frac{M_e}{M_s}\frac{s}{100} = i\frac{M_e}{100}n,$$

formule différente de celles de Wüllner et de M. Raoult.

» Cette formule, établie seulement au point de congélation, ne sera applicable, à d'autres températures, qu'aux dissolutions suivant la loi de Babo.

» *Remarques.* — 1° Avec les mêmes relations (1), (2) et (3) on aurait pu d'abord trouver la relation entre la diminution relative de la tension de vapeur et la concentration à toutes les températures et en déduire celle de l'abaissement du point de congélation; il n'eût pas été nécessaire de faire intervenir la loi de Babo. Ceci montre que si la relation de M. Van t'Hoff est vraie au point de congélation (voisin de T_0), elle ne peut être appliquée à d'autres températures qu'aux dissolutions suivant la loi de Babo.

» Or, on sait que la loi de Babo n'est pas générale, même pour les dissolutions étendues; d'autre part, sa vérification directe pour ces dissolutions manque de précision, ainsi que M. Dieterici l'a montré : j'espère que mes recherches cryoscopiques seront utiles à ce point de vue.

» 2° Je rappelle que j'ai trouvé expérimentalement que, pour les dissolutions étendues de $NaCl$, KCl, KBr l'abaissement du point de congélation est, à la limite, proportionnel au poids du sel dissous dans 100^{gr} de dissolu-

tion, et que l'abaissement moléculaire croît à partir de 0°. Si avec les nombres que j'ai donnés on calcule l'abaissement produit, soit par 1 molécule de NaCl dans 1000^{cc} de dissolution, comme M. Arrhénius, soit par 1 molécule dans 100^{gr} d'eau, comme M. Raoult, on trouve que l'abaissement moléculaire décroît d'abord, à partir de 0°, puis croît ensuite. Mais il n'en résulte pas nécessairement que NaCl soit dissocié en ses ions, dans ses dissolutions étendues (Arrhénius), ni que ces dissolutions étendues aient une constitution spéciale (Raoult). Alors, la détermination de l'abaissement moléculaire entre −2° et −4° perd toute signification précise [1]. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur l'abaissement du point de congélation des dissolutions très diluées*. Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« La récente Note de M. Ponsot [2] a mis en lumière une fois de plus les divergences considérables que présentent les résultats obtenus par les divers expérimentateurs relativement au point de congélation des dissolutions très étendues. La principale cause de ces divergences réside dans la petitesse des abaissements de la température de congélation qu'il s'agit de mesurer : l'erreur relative devient énorme lorsque ces abaissements descendent au-dessous du centième de degré.

» 1. *Détermination des abaissements moléculaires limites.* — En raison de l'intérêt qui s'attache à l'étude des dilutions extrêmes, je me suis proposé de réduire considérablement cette erreur en remplaçant la mesure de variations de température très faibles par celle de pressions relativement considérables.

» Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'une solution aqueuse. Ajustons le tube à essai qui la renferme [3] sur l'un des orifices d'un récipient où l'on peut comprimer un mélange intime de glace pure râpée, soigneusement privée d'air, et d'eau distillée. Un *regard* en face duquel on amène la partie inférieure du tube à essai permet de surveiller, au moyen d'un microscope approprié, ce qui se passe dans la dissolution. Celle-ci est d'ailleurs convenablement agitée.

» Nous désignerons en général par T la température absolue de congélation normale du dissolvant pur (273° dans le cas présent) et par $T - \delta T$

---

(1) Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne, 15 février 1894.

(2) *Comptes rendus*, 11 février 1895.

(3) La hauteur du liquide dans le tube ne devra pas dépasser 5^{cm}.

celle de la solution contenant, pour 100gr de dissolvant, Pgr d'un corps dont le poids moléculaire est M.

» Soit encore δF l'excès de pression (par rapport à la pression atmosphérique normale) qui provoque la fusion de la glace à la température $T - \delta T$, c'est-à-dire à δT au-dessous du zéro centigrade usuel. Pour amener le mélange de glace et d'eau, et par suite notre dissolution, à la température de congélation de celle-ci, il suffit d'exercer sur ce mélange un excès de pression δF.

» Tant que la pression est insuffisante, des parcelles de glace introduites dans la dissolution y fondent; si elle est trop forte, ces mêmes parcelles déterminent la formation d'aiguilles de glace plus ou moins abondantes. Il est donc facile de saisir exactement le point de congélation.

» L'avantage de cette méthode saute aux yeux. On sait, en effet, qu'un excès de pression d'une atmosphère produit un abaissement δT un peu inférieur à $0^\circ{,}0076$, de sorte qu'une erreur de 1mm sur la colonne de mercure mesurant δF correspondrait à une erreur sur δT inférieure à un cent-millième de degré. Une pareille précision dépasse celle que l'on peut se proposer d'atteindre utilement. On peut donc dire que l'erreur sur δT est pratiquement éliminée, et que tous les soins doivent porter sur le titrage des dissolutions.

» Ajoutons que l'on peut, par cette méthode, faire varier lentement ou rapidement la température de l'enceinte et de l'éprouvette entre 0° et quelques centièmes de degré au-dessous de 0°, et la maintenir rigoureusement constante pendant tout le temps désirable.

» 2. *Calcul de* δF. — Proposons-nous maintenant d'établir la relation qui existe entre l'excès de pression δF et la concentration de la dissolution.

» Si l'on désigne par ϖ la force attractive connue sous le nom de *pression osmotique*, par u le volume spécifique du dissolvant pur à l'état solide, par u' le volume spécifique du dissolvant pur à l'état liquide, par L sa chaleur de fusion, et par E l'équivalent mécanique de la calorie, on a les deux relations connues

$$\frac{\delta T}{\varpi} = \frac{u'T}{EL}, \tag{1}$$

$$\frac{L}{T} = \frac{u' - u}{E} \frac{\delta F}{-\delta T}. \tag{2}$$

On en déduit

$$\delta F = \varpi \frac{u'}{u - u'}. \tag{3}$$

Enfin la relation de Vant' Hoff

$$(4) \qquad \varpi V = iRT,$$

dans laquelle V désigne le volume occupé par une molécule du corps dissous, i le coefficient isotonique, et R la constante des gaz (84200, si la pression est mesurée en grammes par centimètre carré), nous donne, en remarquant que

$$(5) \qquad V = 100 u' \frac{M}{P}:$$

$$(6) \qquad \varpi = \frac{iRT}{100 u'} \frac{P}{M}.$$

Par suite

$$(7) \qquad \delta F = \frac{iRT}{100(u - u')} \frac{P}{M}.$$

» 3. *Démonstration directe de la formule* (3). — Considérons un vase clos ne renfermant que de l'eau surmontée par sa vapeur et une solution aqueuse contenue dans un tube vertical AB suffisamment long, terminé à la partie inférieure A par une membrane semi-perméable, ouvert à la partie supérieure dans la vapeur. Amenons tout l'appareil à la température T_1 de congélation de la dissolution sous la pression F de la vapeur saturante émise par la glace à cette même température.

» Tandis qu'à ce moment la dissolution commence seulement à se congeler à la partie supérieure, la glace est déjà formée à l'extérieur sur une hauteur h. D'ailleurs les deux surfaces libres sont dans le même plan horizontal, puisque la force élastique maxima de la vapeur émise par la dissolution au point de congélation est précisément F.

» D'une part, l'eau reste liquide à la profondeur h grâce à l'excès de pression

$$(8) \qquad \delta F = \frac{h}{u}.$$

» D'autre part, l'équilibre a lieu entre la pression exercée par la colonne liquide de hauteur h et celle due à la colonne de glace de même hauteur, augmentée de la pression osmotique

$$(9) \qquad \frac{h}{u'} = \frac{h}{u} + \varpi \text{ (1)}.$$

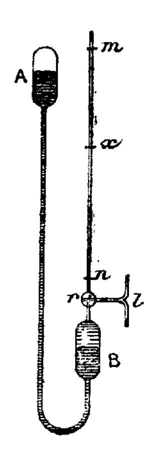
(1) Nous confondons la densité de la dissolution extrêmement diluée avec celle du dissolvant pur.

» En éliminant h entre ces deux équations, on retrouve la relation

$$(3) \qquad \delta F = \varpi \frac{u'}{u - u'}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur un* pressomètre *sensible, pour la mesure des pressions des fluides.* Note de M. **Paul Charpentier**, présentée par M. Troost.

« Cet appareil est généralement formé par des tubes communiquants, de sections très inégales, dans lesquels circulent des liquides de densités très différentes. Imaginons un tube recourbé formé de deux réservoirs A, B reliés entre eux par un tube de section généralement plus petite que celle des réservoirs A, B. Au-dessus du réservoir B se trouve un robinet à trois voies r surmonté d'un tube mn dont la section, comparée à celle des réservoirs A, B, est très faible. Le vide barométrique règne en A au-dessus de



la surface du mercure qui se trouve logé depuis A jusqu'en B. Sur le mercure, depuis le point B jusqu'en un point variable x, repose un liquide indicateur de densité aussi faible que possible et n'attaquant pas le mercure. Pratiquement, ce liquide sera de l'huile ou simplement de l'eau. Une échelle métrique est disposée depuis le point m qui sera le zéro jusqu'au point extrême n. L'appareil ainsi préparé constituera un baromètre très sensible. Dans ces conditions, si la pression atmosphérique s'exerce librement sur la surface x, l'équation d'équilibre sera la suivante :

$$\varpi = \varpi_1 + \left(\frac{\sigma}{\Sigma} + \frac{\sigma}{\Omega} + \Delta - \frac{\sigma}{\Omega}\Delta\right) mx,$$

expression dans laquelle

ϖ représente, en millimètres de mercure, la pression atmosphérique ramenée à la température de zéro centigrade à l'instant où le liquide indicateur affleure au point x;

ϖ_1 et ϖ_2 sont les pressions atmosphériques minima et maxima dans les mêmes conditions quand le liquide indicateur affleure aux points (m) ou (n).

σ, Σ, Ω, sont les sections du tube (mn) et des réservoirs (A) et (B).

Δ est le rapport existant entre la densité du liquide indicateur et celle du mercure.

» Si l'on fait $\frac{\sigma}{\Sigma} = \frac{\sigma}{\Omega} = \alpha$, puis $2\alpha + \Delta - \alpha\Delta = K$, on aura plus simplement

$$\varpi = \varpi_1 + Kmx.$$

» Dans cette expression, les quantités (K) et ϖ_1 sont déterminées une fois pour toutes pour chaque instrument. Il s'ensuit que chaque observation de mx donne immédiatement la valeur de la pression atmosphérique ϖ ramenée à la température de zéro centigrade. Les valeurs de K résultent d'une Table qui accompagne l'instrument et sur laquelle, en face de chaque valeur de mx se trouve la valeur de ϖ correspondante. Dans un baromètre ainsi disposé, la longueur observable (mn) peut être pratiquement rendue dix fois plus grande que la hauteur de mercure $\varpi_2 - \varpi_1$, en sorte qu'à l'œil nu on lit couramment le $\frac{1}{20}$ de millimètre de mercure; à l'aide du vernier au $\frac{1}{20}$ on peut déterminer la pression atmosphérique à $\frac{1}{200}$ de millimètre de mercure près. Le maximum de sensibilité de l'appareil, maximum qui ne peut être atteint, aurait lieu pour $\sigma = 0$ soit $K = \Delta = \frac{1}{13.596}$ dans le cas d'emploi d'eau comme liquide indicateur. Mais, pratiquement, on peut adopter $K = \frac{1}{10}$: c'est le cas de l'appareil que j'ai fait construire et qui fonctionne régulièrement depuis une année. En définitive l'application de mon appareil à la mesure de la pression atmosphérique permet généralement de reculer d'une décimale l'approximation de cette mesure. Cette approximation est d'ailleurs toujours égale à celle du baromètre ordinaire multipliée par le facteur $\frac{1}{k}$.

» Le robinet à trois voies (r) est utile pour la construction, le montage, le transport, le réglage et l'observation de l'appareil. En (l) se trouve une petite vis-piston permettant de repérer à volonté le niveau (x) et de régler

le baromètre comme on peut le faire d'une montre. Les oscillations du mercure dans les réservoirs (A) et (B) ont fort peu d'amplitude, quelques millimètres seulement.

» La hauteur totale du baromètre atteint environ 1^m.

» Les avantages procurés par le dispositif décrit sont importants et multiples. Il peut s'appliquer au baromètre normal. Son emploi ne nécessite qu'une lecture au lieu de deux. Cette lecture se fait toujours sur un ménisque très nettement concave. L'erreur due à l'introduction possible d'air dans la chambre barométrique peut être atténuée, dans une proportion variable avec le diamètre du baromètre ordinaire en comparaison, depuis $\frac{1}{20}$ jusqu'à $\frac{1}{150}$. La correction de capillarité est supprimée. La correction de température est analogue à celle du baromètre ordinaire. Il est à remarquer que pour une augmentation de température, le niveau (x) descend. L'inconvénient que l'on pourrait craindre, dû à une évaporation possible du liquide indicateur, n'existe pas; on peut annuler d'ailleurs entièrement cette évaporation, soit en employant de l'huile, soit en fermant le tube (mn) dans l'intervalle des lectures.

» Finalement, l'application du même principe et des mêmes dispositions peu modifiées me permettent d'apporter une plus grande exactitude dans la détermination de la tension des vapeurs, saturées dans le vide, ou en présence d'un gaz étranger, dans la manométrie, la densimétrie et l'alcoométrie. Je dirai que je me propose, en l'appliquant à la densimétrie, de déterminer rapidement le titre des alliages monétaires d'or et de cuivre, avec une très grande approximation; cette étude ultérieure serait en complet accord avec l'opinion autrefois émise sur ce point spécial par Peligot. »

PHOTOCHIMIE. — *Mesure de l'intensité de la lumière par l'action chimique produite; expériences avec les mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique.* Note de M. **Georges Lemoine.**

« La décomposition par la lumière des mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique (*Comptes rendus*, t. CXII) peut être utilisée pour mesurer l'intensité lumineuse; plus celle-ci est grande, plus rapide est la transformation chimique.

» *Interprétation rationnelle des phénomènes.* — Pour simplifier, supposons d'abord que notre réactif soit exposé à la lumière dans une cuve infiniment mince.

» Même pour cette expérience idéale, on peut objecter que la transformation, comme presque toutes celles de photochimie, est exothermique. Si la lumière n'avait qu'un rôle analogue à celui d'une allumette qui servirait à incendier un bûcher, il n'y aurait plus de relation de cause à effet. En réalité, dans le cas actuel, il n'en est pas ainsi parce que la chaleur dégagée, n'étant pas très grande, se dissémine immédiatement dans la masse d'eau où les corps actifs sont dissous; la température atteinte est très inférieure à celle où dans l'obscurité on aurait une décomposition sensible; enfin, j'ai constaté que la décomposition cesse aussitôt après la suppression de la lumière. La réaction, qu'on peut suivre par des dosages successifs, a une marche parfaitement régulière. En un mot, elle s'effectue suivant un *régime permanent*.

» L'énergie rayonnante de l'éther qui propage la lumière se transmet en partie aux particules matérielles et produit deux effets : d'abord l'absorption physique, considérable avec notre milieu coloré et élevant la température; ensuite, une transformation chimique exothermique. Celle-ci, ne se produisant pas sensiblement à froid dans l'obscurité, n'a lieu que parce que la communication des mouvements vibratoires brise, suivant l'expression de M. Berthelot, certains liens qui empêchaient les molécules de réagir entre elles : la décomposition ne se fait que grâce à ce *travail préliminaire* sans cesse répété; mais ce travail correspond à lui seul à une certaine consommation d'énergie qu'on peut appeler l'absorption chimique (¹) et qui, même très faible, est, comme première approximation, proportionnelle à l'*intensité lumineuse*. Ce rôle excitateur de la lumière dans une réaction exothermique peut être comparé au mécanisme du tiroir dans une machine à vapeur bien réglée; la marche du tiroir peut être confiée à un moteur spécial qui exige un petit travail; dans un régime permanent, la marche et le rendement du grand appareil dépendent de ce petit travail, lui sont consécutifs et sont en relation directe avec lui.

» *Méthode de calcul pour éliminer l'influence de l'absorption physique.* — Les expériences réelles, faites sous une épaisseur l, doivent être ramenées à ce qu'elles seraient pour une cuve infiniment mince.

» Nous définissons l'intensité lumineuse par la décomposition de l'unité de poids du réactif, en choisissant cette unité assez petite pour que, quelle que soit la concentration de la dissolution, l'absorption physique y soit négligeable. Suivant que cette décomposition se fera en une ou deux minutes, l'intensité lumineuse M sera 1 ou $\frac{1}{2}$.

(¹) Voir ma Note sur la dépense d'énergie qui peut correspondre à l'action chimique de la lumière (*Comptes rendus*, 5 mars 1894).

» Pour un trajet l, les intensités à l'entrée et à la sortie sont pour une radiation déterminée Mn et Mna^l; pour l'ensemble des radiations $(n + n' + \ldots = 1)$, elles sont :

$$M = (n + n' + \ldots)M,$$
$$Mi = M(na^l + n'a'^l + \ldots).$$

» Le poids S de matière décomposée pendant une minute, étant la somme des décompositions effectuées dans chaque tranche dl où l'intensité est i, est en appelant σ une constante,

$$S = \sigma M \int_0^l i\,dl.$$

» L'expérience donne, pour la décomposition moyenne $\frac{1}{l}$ S en une minute, car elle est proportionnelle à la fraction de décomposition, c'est-à-dire au rapport entre la décomposition observée et la décomposition possible. On connaît aussi $\int_0^l i\,dl$, car l'expérience donne l'absorption physique i, observée sur les mélanges de chlorure ferrique et d'eau semblables aux mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique, puisque l'acide oxalique est transparent. On voit donc que, avec cette formule, on peut calculer la *fraction de décomposition* M *qui serait observée en une minute dans une tranche infiniment mince :* c'est l'intensité réelle.

» Si l'on emploie sous diverses épaisseurs l un même mélange actif, on devra trouver ainsi des nombres égaux.

» *Spécimens d'expériences avec la lumière naturelle du Soleil.* — Voici quelques résultats pour un ciel pur dans la belle saison et pour un ciel blanc de l'hiver avec une ombre assez pâle et une grande épaisseur atmosphérique. Pour ces deux extrêmes, les formules de transmission du chlorure ferrique $\frac{1}{2}$ normal (28^{gr} de fer par litre) sont à peu près :

$$\text{(A)} \qquad i = 0{,}01(0{,}986)^l + 0{,}07(0{,}40)^l + 0{,}13(0{,}10)^l + 0{,}79(10^{-10})^l,$$
$$\text{(B)} \qquad i = 0{,}05(0{,}986)^l + 0{,}19(0{,}40)^l + 0{,}26(0{,}10)^l + 0{,}50(10^{-10})^l.$$

Fractions de décomposition M *en une minute ramenées à une tranche infiniment mince de* ($Fe^2Cl^3 + C^2O^3, HO = 2^{lit}$), *soit* 28^{gr} *de fer par litre.*

	Cuve de 1^{mm}.	Cuve de 4^{mm}.	
A	0,28	0,29	18 septembre 1889 : très beau temps.
	0,32	0,31	16 mai 1890 : id.
	0,24	0,23	9 septembre 1890 : id.
	0,26	0,26	14 septembre 1890 : id.
	0,18	0,16	14 mars 1891 : fond du ciel blanc.
	0,21	0,20	8 avril 1892 : ciel blanchâtre.
B	0,01	»	21 décembre 1891.
	0,01	0,01	23 décembre 1893 : ombre faible.
	0,03	0,03	8 janvier 1894 : temps très froid.

» *Spécimens d'expériences pour les lumières colorées.* — La même méthode fournit le moyen de comparer les intensités des lumières colorées à celles de la lumière naturelle en prenant pour mesure l'action chimique.

» On voit facilement que le rapport entre les fractions de décomposition effectuées avec deux radiations données varie avec l'épaisseur du milieu actif traversé : l'inégalité entre ces intensités apparentes peut même changer de sens en prenant des épaisseurs très grandes, pour lesquelles par exemple le jaune persiste presque intact, tandis que le bleu est presque entièrement absorbé.

» D'après les expériences faites dans la belle saison, on a, tous calculs faits, pour le rapport à l'intensité de la lumière naturelle du Soleil :

Jaune (25^{mm} de chromate de potasse)........	de 0,001 à 0,007
Bleu (verres bleus ou 25^{mm} d'eau céleste).....	de 0,40 à 0,50

» La proportion relative des différentes radiations n'est plus la même dans l'extrême hiver avec des ciels blancs où la lumière prend une teinte jaunâtre. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons de l'iodure de plomb avec d'autres iodures métalliques ou organiques.* Note de M. **A. Mosnier.**

« Les combinaisons que forme l'iodure de plomb avec les iodures métalliques ou organiques ne sont connues qu'en nombre restreint. Nous nous sommes proposé d'en trouver de nouvelles. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie le résumé de nos premières recherches.

» Pour obtenir ces iodures doubles, nous avons préparé nous-même de l'iodure de plomb, que nous avons purifié par plusieurs cristallisations : l'iodure du commerce contient des oxyiodures et des iodures de métaux étrangers, ainsi que l'a montré M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX).

» *Iodure double de plomb et d'ammonium.* — Boullay signale un iodure double de plomb et d'ammonium, obtenu en versant du nitrate de plomb dans une solution concentrée d'iodure d'ammonium.

» M. Ditte (*Comptes rendus*, t. XCII) en indique un, formé à équivalents égaux des deux substances.

» Nous en avons obtenu un autre, en dissolvant de l'iodure de plomb dans une solution concentrée et bouillante d'iodure d'ammonium. Cette solution abandonne à

chaud de très beaux cristaux d'iodure double, répondant à la formule

$$3PbI^2, 4AzH^4I, 6H^2O$$

analogue à celle de l'iodure double de plomb et de potassium

$$3PbI^2, 4KI, 6H^2O$$

de M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX) :

	Trouvé.		Calculé
Analyse.	I.	II.	$3PbI^2, 4AzH^4I, 6H^2O$.
Pb	30,1	30,3	30
AzH^4	3,6	3,5	3,4
I^2	60,5	61,2	61
H^2O	5,5	5,5	5,5

» *Iodures doubles de plomb et d'iodures organiques.* — Avec les iodures de tétraméthylammonium, de tétraéthylammonium, de phénylammonium, l'iodure de plomb donne, dans des conditions spéciales, les iodures doubles :

$$3PbI^2, 4(CH^3)^4I,$$
$$3PbI^2, 4(C^2H^5)^4I,$$
$$3PbI^2, 4[(C^6H^5)H^3]I,$$

corps ayant une composition analogue à celle du corps précédent, moins l'eau.

» *Iodures doubles de plomb et de sodium.* — L'iodure de plomb semble former avec l'iodure de sodium plusieurs iodures doubles.

» Poggiale en signale un, répondant à la formule

$$4NaI, PbI^2.$$

» M. Ditte (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1341) en indique un, formé à équivalents égaux.

» Nous avons obtenu des hydrates de ce même corps, de la façon suivante :

» En ajoutant de l'iodure de plomb à une solution concentrée et bouillante d'iodure de sodium, jusqu'à ce que l'iodure de plomb cesse de se dissoudre, on obtient, à chaud, des cristaux d'iodure double répondant à la formule

$$2NaIPbI^2, 4H^2O,$$

analogue à celle de l'iodure double de plomb et de potassium

$$2KIPbI^2, 4H^2O,$$

obtenu par M. Ditte (*Comptes rendus*, t. XCII).

» Les eaux-mères de cet hydrate abandonnent, à froid, des cristaux transparents, de teinte jaune-citron, répondant à la composition

$$2NaIPbI^2, 6H^2O.$$

Analyse.	Trouvé. I.	II.	Calculé $2NaIPbI^2, 4H^2O$.
Pb...............	24,53	24,76	24,84
Na^2...............	5,57	5,56	5,52
I^2...............	60,66	60,67	60,98
H^2O...............	8,63	8,64	8,64

Analyse.	Trouvé. I.	II.	Calculé. $2NaIPbI^2, 6H^2O$.
Pb...............	23,60	23,22	23,82
Na^2...............	5,31	5,33	5,29
I^2...............	58,28	58,30	58,45
H^2O...............	12,11	12,22	12,43

» *Iodure double de plomb et de lithium.* — En opérant comme précédemment, on obtient à froid des cristaux jaunes, répondant à la formule

$$2LiIPbI^2, 4H^2O.$$

» *Iodures doubles de plomb et des métaux alcalino-terreux.* — L'iodure de plomb forme, avec les iodures des métaux alcalino-terreux, des composés répondant à la formule générale

$$2PbI^2MI^2, 7H^2O,$$

où M représente l'un des métaux alcalino-terreux. Voici l'analyse de l'un d'eux :

$$2PbI^2StI^2, 7H^2O.$$

Analyse.	Trouvé I.	II.	Calculé $2PbI^2StI^2, 7H^2O$.
Pb...............	29,57	29,76	29,79
St...............	6,34	6,30	6,29
I^2...............	54,60	54,66	54,84
H^2O...............	9,02	9,05	9,07

» Nous avons également obtenu des iodures doubles avec les iodures de la série magnésienne.

» Nous nous proposons de donner, dans un Mémoire plus complet, les détails de la préparation et des propriétés des sels nouveaux que nous avons obtenus (1). »

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Clermont.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du bioxyde d'azote avec les chlorures de fer.* Note de M. V. THOMAS, présentée par M. Troost.

« Le bioxyde d'azote réagit sur le chlorure ferrique soit directement, soit à l'état de dissolution.

» L'action d'un courant du bioxyde passant sur du chlorure ferrique a été mentionnée par M. Besson, mais il n'a pas étudié les corps ainsi formés.

» Dans un flacon de grande capacité et soigneusement desséché, on introduit du chlorure ferrique plusieurs fois sublimé et bien sec. Après avoir expulsé l'air de l'appareil par un courant d'acide carbonique, on le remplit de bioxyde d'azote. En l'abandonnant à la température ordinaire, on voit au bout de plusieurs jours la surface du chlorure ferrique se recouvrir d'une poussière brune. Si, en outre, on a mis le flacon en communication avec un manomètre, on peut constater que le gaz est lentement absorbé. Lorsque l'absorption est terminée, le corps ainsi obtenu correspond à la formule Fe^2Cl^6, AzO.

	Trouvé.		Calculé.
Fe	31,63		31,55
Cl	60,13		60,00
Az	4,02		3,94
O	4,22	(par différence)	4,51
	100,00		100,00

» En opérant dans des conditions identiques, mais à une température supérieure, vers 60° environ, on obtient une poudre rouge, de formule $2Fe^2Cl^6, AzO$.

	Trouvé.		Calculé.
Fe	32,73		32,90
Cl	62,81		62,70
Az	2,40		2,06
O	2,06	(par différence)	2,34
	100,00		100,00

» Ces deux corps se produisent également lorsqu'on fait passer un courant de gaz nitreux sur le chlorure ferrique; en opérant à froid, on obtient Fe^2Cl^6, AzO; à chaud, on obtient $2Fe^2Cl^6, AzO$. Toutefois, si la température à laquelle on opère atteint celle de sublimation du chlorure ferrique, le bioxyde d'azote réagit comme déchlorurant, il se forme du chlorure de nitrosyle et le composé ferrique se trouve ramené à l'état de protochlorure de fer.

» Ces corps, que je n'ai pu obtenir cristallisés, sont très hygrométriques. Au contact de l'eau, ils dégagent le bioxyde d'azote qu'ils ont absorbé. Chauffés à l'air, ils donnent l'oxyde ferrique.

» La propriété que je viens de signaler, action déchlorurante du bioxyde d'azote, m'a conduit à tenter quelques expériences dans le but d'obtenir une combinaison de chlorure ferreux et d'oxyde nitrique, en partant d'un persel de fer.

» Le perchlorure de fer a été dissous dans l'éther jusqu'à saturation. La solution parfaitement limpide, si le chlorure employé est pur, absorbe le bioxyde d'azote. La liqueur prend d'abord une teinte verdâtre, et devient presque noire. Lorsqu'on juge la saturation complète, le liquide est mis à évaporer sous une cloche à acide sulfurique. Au bout de plusieurs jours, la liqueur prend une consistance sirupeuse et commence à cristalliser.

» Il faut alors faire le vide et laisser plusieurs jours en présence d'un excès d'acide sulfurique. Les dernières traces d'éther sont très difficiles à éliminer. On obtient ainsi de belles aiguilles noires ayant pour formule $FeCl^2AzO + 2H^2O$.

	Trouvé.		Calculé.
Fe	28,92		29,01
Cl	36,73		36,78
Az	7,39		7,25
H^2O	18,80		18,63
O	8,16	(par différence)	8,33
	100,00		100,00

» Si, au lieu de laisser cristalliser la liqueur à froid, on verse la masse sirupeuse partiellement cristallisée sur une plaque de porcelaine et qu'on élève la température vers 60°, on obtient des cristaux jaunes plus petits, mais très nets. Ils correspondent à la formule $FeCl^2AzO$.

	Trouvé.		Calculé.
Fe	35,59		35,66
Cl	44,97		45,22
Az	8,90		8,88
O	10,54	(par différence)	10,24
	100,00		100,00

» Ces corps se dissolvent complètement, sans dégagement gazeux, dans l'eau froide en la colorant en jaune pâle. Si l'on chauffe la solution, la couleur s'accentue.

» Traitée par les alcalis, à l'abri de l'air, elle précipite de l'oxyde ferreux, mais je n'ai pu constater aucun dégagement gazeux.

» Le ferro-cyanure donne un précipité blanc qui s'altère immédiatement au contact de l'air en donnant une dissolution bleu-verdâtre.

» Le sulfocyanure de potassium ne donne rien si le sel est parfaitement pur et si l'on opère à l'abri de l'air.

» Ces quelques réactions semblent démontrer nettement que dans ces composés le fer s'y trouve au minimum.

» Je pense que ces corps doivent être identiques à celui qu'obtenait Graham en saturant de gaz nitreux une dissolution alcoolique de chlorure ferreux. D'après lui, en effet, une telle dissolution contenant 17 pour 100 de chlorure ferreux absorberait vingt-trois fois son volume de gaz. La teneur en bioxyde d'azote du composé en dissolution serait pour 100 de 17,5 environ, nombre voisin de celui fourni par l'analyse du corps $FeCl^2AzO$.

» Quant au corps obtenu par Peligot, en dissolution aqueuse, il renfermerait à peu près moitié moins de bioxyde d'azote.

» Il est intéressant de constater qu'en partant du chlorure ferrique, on obtient, comme je viens de le montrer, un corps bien cristallisé et par conséquent bien défini; tandis que Graham et Peligot, partant du chlorure ferreux, n'ont pu obtenir que des composés en dissolution [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'aldéhyde formique sur le chlorhydrate d'hydroxylamine et le chlorhydrate de monométhylamine.* Note de MM. **A. Brochet** et **R. Cambier**, présentée par M. Friedel.

« 1° *Chlorhydrate d'hydroxylamine.* — Si dans une solution titrée de chlorhydrate d'hydroxylamine on verse un excès d'aldéhyde formique, le liquide devient fortement acide et il est facile de s'assurer, au moyen du méthylorange et d'une solution titrée de soude, que dans cette liqueur tout l'acide chlorhydrique du chlorhydrate est à l'état libre; il ne reste plus trace de chlorhydrate d'hydroxylamine. Si, au contraire, nous employons un excès de ce dernier sel par rapport à l'aldéhyde formique, le même dosage acidimétrique nous montre que la quantité d'acide chlorhydrique mis en liberté est proportionnelle à la quantité d'aldéhyde, molécule à molécule, suivant l'équation

$$AzH^3O.HCl + CH^2O = CH^2 : AzOH + H^2O + HCl.$$

Ce simple titrage, dont la fin est nettement indiquée par le méthylorange, nous a fourni une très bonne méthode pour le dosage des solutions de formaldéhyde [2].

---

(1) Travail du Laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

(2) Nous ferons remarquer que l'hydroxylamine étant neutre à la phtaléine, mais

» R. Scholl a montré (¹) que le trioximidométhylène $(CH^2.AzOH)^3$ polymère de la formaldoxime, se décomposait à une température élevée en eau et acide cyanhydrique et que, par réduction, il fournissait la monométhylamine. Nous avons remarqué que la déshydratation de ce composé oximidé se fait avec la plus grande facilité, en chauffant à l'ébullition un mélange d'aldéhyde formique et d'un sel d'hydroxylamine quelconque, en milieu acide ou alcalin. On peut alors retrouver l'acide cyanhydrique formé, soit par son odeur, soit par ses réactions caractéristiques; ajoutons que ce procédé permet de retrouver quelques milligrammes d'aldéhyde formique, et ne s'applique qu'au cas de l'aldéhyde formique, les autres aldéhydes, traitées de même, fournissent un nitrile qui ne jouit pas des propriétés de l'acide cyanhydrique.

» 2° *Chlorhydrate de monométhylamine.* — La monométhylamine possède à la phtaléine une réaction alcaline. Si l'on mélange une solution du chlorhydrate de cette base avec un excès d'aldéhyde formique, le liquide devient acide, et ce liquide exige, pour devenir neutre à la phtaléine, une quantité de soude titrée correspondant à l'acide chlorhydrique total du chlorhydrate employé, il n'y a donc plus trace de ce sel en solution.

» Si l'on mélange maintenant de l'aldéhyde formique avec *un excès* de chlorhydrate de méthylamine, la liqueur devient encore acide, et si on la neutralise en présence de la phtaléine par la soude titrée, il faut un certain temps pour que l'on arrive à une alcalinité persistante; le nombre obtenu ainsi est une limite qui dépend de la quantité d'aldéhyde employée, la totalité de cette aldéhyde n'entrant jamais complètement en réaction. Si, dans ce titrage, on substitue le méthylorange à la phtaléine, on remarque que le chlorhydrate de méthylamine, neutre à ce réactif coloré, l'est encore après que l'on y a mélangé l'aldéhyde, quelles que soient les quantités employées. L'acide chlorhydrique n'est donc pas mis en liberté, comme dans le cas de l'hydroxylamine, mais il reste uni à une base faible, n'ayant pas d'action sur la phtaléine, mais alcaline au méthylorange.

» Cette base peut s'obtenir facilement : il suffit d'ajouter au liquide un excès de potasse solide, le liquide se sépare en deux couches; la couche supérieure, desséchée sur la potasse fondue, bout à 166°.

» Cette base a été déjà signalée par M. L. Henry (²). Ce savant, en fai-

---

alcaline au méthylorange, il en résulte que ses sels neutres seront acides à la phtaléine et neutres au méthylorange; donc à une solution de chlorhydrate d'hydroxylamine contenant 1 goutte de phtaléine, il faudra, pour obtenir la coloration rouge persistante, ajouter une quantité de soude titrée équivalente à la quantité d'acide chlorhydrique contenu dans le sel employé.

(¹) *D. Ch. Gesellschaft,* t. XXIV, p. 576.

(²) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* t. XXVI, p. 200.

sant agir l'aldéhyde formique sur les bases primaires et secondaires, obtint les deux séries de corps

$$R - Az = CH^2 \qquad \text{et} \qquad (R.R'.Az)^2 = CH^2.$$

» C'est ainsi que, par l'action de l'aldéhyde formique sur la méthylamine, il prépara le corps qui nous occupe, bouillant, d'après lui, à 166° et répondant à la formule simple $CH^3 - Az = CH^2$ dont il détermina la densité de vapeur (trouvé, 1,52; théorie, 1,49) par la méthode d'Hofmann dans la vapeur d'aniline.

» Il nous a semblé de prime abord *impossible* que le point d'ébullition de la base $CH^3Az = CH^2$ fût de 166°, alors que la diméthylamine, qui n'en diffère que par H^2, distille à +7°, une liaison éthylénique ne produisant pas, en général, une semblable différence; d'autre part, la méthylènediméthylamine beaucoup plus complexe

$$(CH^3)^2Az - CH^2 - Az(CH^3)^2$$

distille, suivant le même auteur, à 85°; nous avons donc conçu des doutes sur l'exactitude de la détermination spécifique des corps obtenus par M. Henry.

» Nous avons été amenés à refaire ses expériences concernant l'action de l'aldéhyde formique sur la méthylamine; nous nous hâtons de dire que ses indications sont exactes en bien des points, mais il paraît s'être mépris sur la nature réelle du composé fourni par cette réaction. Cette base n'est autre chose, en effet, que la triméthyltriméthylène-triamine $(CH^3 - Az - CH^2)^3$; nous en avons déterminé la densité de vapeur par la méthode de Meyer à la température d'ébullition de l'aniline et de la diméthylaniline.

	A 182°.	A 192°.
Poids de matière	0,0795	0,114
Volume d'air déplacé	35^{cc},5	50^{cc},5
Température	7°,5	5°,5
Pression	762^{mm},5	766^{mm},7
Densité de vapeur	1,79	1,83
Théorie	1,49	

» Ces densités de vapeur ainsi déterminées sont notablement supérieures à celle qu'a trouvée M. Henry en opérant sous pression réduite; nous avons d'ailleurs remarqué que le dégagement gazeux persistait assez longtemps, au lieu de cesser brusquement, ce qui semblerait indiquer une dissociation du corps à la température de l'expérience. C'est pourquoi nous avons cru devoir déterminer le poids moléculaire de ce composé

par la méthode cryoscopique, en nous servant du benzène comme dissolvant :

	I.	II.
Poids de matière................	2gr,034	1,552
Poids de benzène................	87gr,9	42gr,8
Abaissement....................	0°,92	1°,45
Poids moléculaire...............	123	122,5

Théorie pour $C^6H^{15}Az^3$....... 129

» La triméthyltriméthylènetriamine donne des sels extrêmement solubles, incristallisables dans l'eau et dans l'alcool, son chlorhydrate s'obtient cristallisé en saturant de gaz chlorhydrique sec une solution benzénique de la base libre. Elle se combine violemment avec les iodures alcooliques.

» M. Henry compare le point d'ébullition de la base qu'il a obtenue (166°) avec celui du *cyanate* de méthyle (45°) et se montre étonné que le remplacement de O par H^2 élève le point d'ébullition de 120°. Il nous paraît plus exact de comparer cette base avec le *cyanurate* de méthyle

```
          Az.CH³                        Az.CH³
   CH² ╱      ╲ CH²               CO ╱      ╲ CO
      |        |                    |        |
CH³.Az |        | Az.CH³     CH³.Az |        | Az.CH³
       ╲      ╱                      ╲      ╱
          CH²                           CO
```

dont le point d'ébullition est situé à 274°.

» Dans une prochaine Note nous indiquerons l'action de l'aldéhyde formique sur les sels ammoniacaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers amyliques actifs*. Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **L. Chavanne**, présentée par M. Friedel.

« 1. Comme suite à nos recherches sur les éthers amyliques dérivés des acides gras de la série normale ([1]), nous avons cru bien faire de rechercher si la position du maximum de $[\alpha]_D$ dans cette série était peut-

([1]) Guye et Chavanne, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 906. — Par suite d'une faute d'impression, le pouvoir rotatoire du stéarate d'amyle, a été indiqué comme étant égal à + 1,27; il est aisé de se rendre compte que les données de nos expériences, telles qu'elles ont été publiées, conduisent à $[\alpha]_D = +1,45$ et non pas à $[\alpha]_D = +1,27$.

être modifiée par une élévation de température. Nos mesures polarimétriques effectuées à deux températures, sur les éthers inférieurs et sur un éther supérieur de la série, montrent que la position de ce maximun ne change pas, du moins dans les limites de nos expériences.

TABLEAU I.

	Rotations spécifiques $[\alpha]_D$ à 20° — 22°.	Rotations spécifiques $[\alpha]_D$ à 60° — 70°.
Formiate d'amyle.........	+ 2,01	+ 1,98
Acétate »	+ 2,53	+ 2,51
Propionate »	+ 2,77	+ 2,68
Butyrate »	+ 2,69	+ 2,54
Palmitate »	+ 1,45	+ 1,16

» 2. Indépendamment des éthers-sels, nous avons encore préparé une série d'éthers-oxydes, dérivés de l'alcool amylique actif ($[\alpha]_D = -4,4$). Ces corps, dont la purification présente de grandes difficultés, se distinguent par leur faible activité optique, ainsi que cela résulte des observations consignées dans le Tableau II. On remarquera que les éthers 4 et 5 n'appartiennent pas à la série normale, comme les corps 1, 2, 3 et 6. Que l'on fasse ou non abstraction de ces deux termes (4 et 5), l'existence d'un maximum de pouvoir rotatoire dans cette série d'oxydes n'en est pas moins bien établie. Le produit d'asymétrie passe aussi par une valeur maxima.

Le dernier terme, l'oxyde de benzylamyle, appartient à un tout autre groupe; il donne une valeur de $[\alpha]_D$ d'un ordre de grandeur assez différent.

TABLEAU II.

	Corps.	Température d'ébullition.	Densités.	Déviations α_D.	Longueurs en décim.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha_D]$.	Produit d'asymétrie $P \times 10^6$.
1.	Oxyde de méthylamyle....	87°,5- 88°,5	0,754	+0.29	1	+0,39	218
2.	» éthylamyle......	107,5-109	0,759	+0,23	0,5	+0,61	332
3.	» propylamyle....	125 -127	0,783	+0,35	0,5	+0,90	374
4.	» isobutylamyle...	145 -147	0,773	+0,74	1	+0,96	373
5.	» isoamylamyle [1].	»	0,774	+0,27	0,5	+0,70	351
6.	» cétylamyle......	»	0,805	+0,25	1	+0,31	104
7.	» benzylamyle....	231 -332	0,911	+0,83	0,5	+1,83	(307)

[1] Les données relatives à cet éther sont empruntées à un travail de MM. Guye et Gautier [*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 953; *Bulletin de la Société chimique* (3), t. II, p. 1177] qui l'ont préparé au moyen de l'alcool amylique $[\alpha]_D = -4,4$.

» 3. Nous croyons devoir signaler enfin les éthers sels de l'alcool amylique secondaire actif, dont les déviations polarimétriques, telles qu'elles ont été publiées par M. Le Bel ([1]), passent par un maximum. A notre demande, ce savant a bien voulu faire rectifier à nouveau ces trois corps fort intéressants, et nous a transmis les observations suivantes qui accusent aussi un maximum de $[\alpha]_D$; d'accord avec M. Le Bel, il convient cependant de n'accepter ce résultat qu'avec réserve, les trois éthers en question n'ayant pas été préparés dans le but de comparer les valeurs absolues de leurs pouvoirs rotatoires, mais d'établir seulement leur caractère dextrogyre ou lévogyre.

TABLEAU III.

Corps.	Points d'ébullition.	Densités.	Déviations α_D.	Longueurs en décimètres.	Pouv. rotat. $[\alpha]_D$.	Produit d'asym. $P \times 10^6$.
Acétate amylique second.	125°-130°	0,962	−1,95	0,5	−4,06	249
Propionate » » .	145-150	0,895	−3,83	0,5	**−8,55**	390
Butyrate » » .	165-170	0,889	−3,67	0,5	−8,25	483
Valérate » » .	»	»	»	»	»	**490**
Caproate » » .	»	»	»	»	»	487

» 4. Les diverses séries de corps que nous avons étudiées jusqu'à présent présentent un maximum de pouvoir rotatoire qui, à un ou deux termes près, coïncide avec celui qu'indique la formule du produit d'asymétrie. Cependant, ce maximum ne doit pas se rencontrer dans toutes les séries homologues de corps actifs. Si dans une série de composés amyliques $\frac{CH^3}{C^2H^5}\!>\!C\!<\!\frac{H}{CH^2.O.A}$, le premier terme dérive d'un acide A à poids moléculaire élevé, ce premier terme sera déjà sur la branche descendante de la courbe et, dans ce cas, les valeurs des pouvoirs rotatoires seront constamment décroissantes. Tel est le cas, par exemple, des éthers réunis dans le Tableau IV, dont le premier est le benzoate d'amyle, et qui dérivent tous de l'alcool amylique primaire $[\alpha]_D = -4,4$. Les pouvoirs rotatoires sont constamment décroissants et n'accusent aucun maximum; il en est de même des valeurs du produit d'asymétrie.

TABLEAU IV.

Corps.	Formules.	Points d'ébullition.	Densités.	Pouvoirs rotatoires $[\alpha]_D$.	Produit d'asymétrie $P \times 10^6$.
Benzoate d'amyle...........	C^6H^5COOA...........	253°-254°	0,988	+4,96	275
Phénylacétate d'amyle.......	$C^6H^5CH^2COOA$.......	265-266	0,982	+3,84	245
Phénylpropionate d'amyle....	$C^6H^5CH^2CH^2COOA$...	279-281	0,976	+2,15	218 ([2])

([1]) LE BEL, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. IX, p. 677.

([2]) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles recherches sur les variations corrélatives de l'intensité de la thermogénèse et des échanges respiratoires.* Note de M. Laulanié, présentée par M. A. Chauveau.

« Les présentes recherches font suite à celles que nous avons entreprises depuis plusieurs années déjà et dont nous avons produit les résultats dans un certain nombre de publications. Elles ont, pour nous, ce caractère intéressant qu'elles reposent sur une méthode différente de celle qui nous avait déjà servi.

» Nous procédons toujours à la mesure simultanée de la respiration et de la calorification, mais comme nous sommes encore resté fidèle aux calorimètres à rayonnement, dont les indications ne valent qu'à l'instant où elles sont fournies, nous avons cru devoir instituer une méthode parallèle d'exploration chimique qui nous donnât pour le même instant la mesure correspondante des échanges respiratoires.

» Ce n'est pas le lieu d'insister sur les détails de notre dispositif, d'ailleurs fort simple. Il suffit de remarquer que les indications simultanées fournies par le calorimètre et par l'appareil à respiration ne répondent qu'à l'état physiologique actuel de l'animal à l'épreuve et que les termes correspondants sont ainsi rigoureusement comparables.

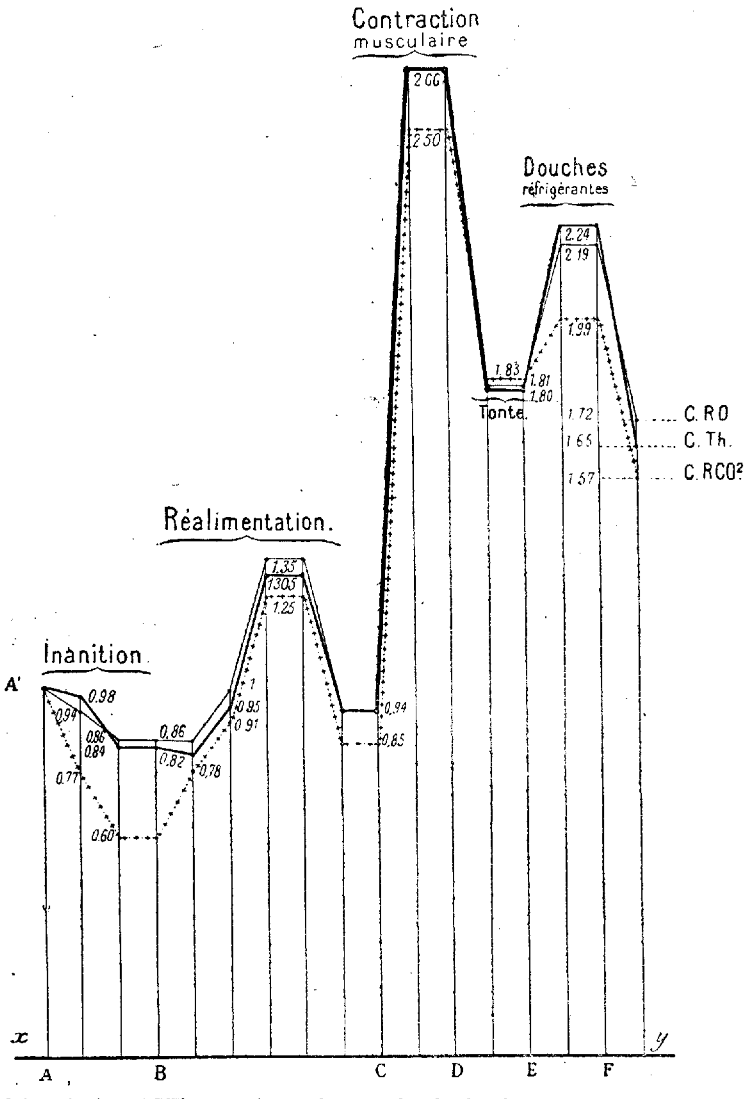
» La présente Note contient quelques-uns des résultats que nous avons ainsi obtenus sur le Lapin et le Cochon d'Inde. Nous avons fait intervenir un certain nombre de conditions (inanition, contraction musculaire, tonte et hydrothérapie) qui, toutes, agissent très puissamment sur les caractéristiques biologiques (coefficients respiratoires et thermique).

» Les variations infligées simultanément et solidairement aux trois coefficients, sont exprimées par les trois courbes du diagramme de la figure ci-jointe. Chacune des conditions précitées exerce sur la nutrition une influence très spéciale, et donne lieu à des faits particuliers qu'il sera bon de reprendre et d'examiner à part.

» Pour le moment, nous ne voulons retenir que la direction générale des phénomènes, et nous nous bornerons à faire la lecture de nos courbes.

» Les coefficients normaux ont été pris pour unité et représentés par l'ordonnée initiale unique AA'. Les ordonnées ultérieures n'expriment donc pas la valeur absolue, mais seulement la valeur relative prise par les coefficients en fonction des conditions introduites.

» Nos courbes embrassent cinquante-sept déterminations portant sur une période de vingt-cinq jours. On voit que, pendant cette période, la



La ligne pleine épaisse (CTh) représente la marche de la thermogénèse; la ligne pleine mince (CRO), le coefficient de l'oxygène absorbé; la ligne interrompue (CRCO²), le coefficient de l'acide carbonique exhalé.

valeur des caractéristiques biologiques a subi des fluctuations considérables.

» Pour ne parler que du coefficient respiratoire en CO^2 sa valeur est

descendue aux 0,60 de sa valeur normale sous l'influence de l'inanition, pour s'élever à deux fois et demie cette même valeur sous l'influence de la contraction électrique (une secousse musculaire toutes les deux secondes).

» Or, en dépit de l'amplitude de ces variations, on voit que les trois courbes restent toujours très rapprochées l'une de l'autre. Celle de l'acide carbonique incline seule à s'éloigner et s'éloigne, en effet, en certaines régions. Ces régions répondent à l'influence de conditions précises, comme l'inanition ou l'hydrothérapie qui font baisser le quotient respiratoire. En revanche, la courbe de la consommation de l'oxygène reste étroitement attachée à celle de la thermogénèse et se superpose souvent à elle.

» Les écarts constatés entre ces deux courbes ne dépassent certainement pas la limite des erreurs inévitables de détermination, et l'on peut dire, en résumé, que la thermogenèse et la consommation de l'oxygène sont affectées de la même manière et dans la même mesure, par les diverses conditions que nous avons introduites.

» Ces faits, qui deviennent de plus en plus précis et tendent à s'affirmer de plus en plus au fur et à mesure que nos méthodes se perfectionnent, emportent des conclusions intéressantes pour la Physiologie générale.

» 1° L'acide carbonique n'est qu'un témoin éloigné et incertain de la thermogénèse. Cela tient à ce que ce gaz ne procède pas toujours de l'oxydation, au moins chez les herbivores alimentés.

» 2° Si, comme nos recherches tendent à l'établir, il existe un rapport constant entre la quantité d'oxygène consommé (¹) et la quantité de chaleur produite, l'oxygène devient le témoin fidèle et la mesure exacte de l'énergie mise en œuvre dans l'organisme.

» Cette conception semble prévaloir aujourd'hui dans les laboratoires allemands; mais les physiologistes étrangers, Zuntz et Lehmann en particulier, l'introduisent *a priori* et paraissent l'accepter comme un *postulatum*. Jusque-là, elle n'avait pas encore toute sa légitimité; mais elle est soutenue avec beaucoup de force par M. Chauveau, qui lui a donné l'appui de ses recherches sur les transformations de l'énergie dans le travail physiologique de la contraction musculaire (²).

» 3° Les phénomènes d'oxydation étant liés par un rapport constant à l'énergie transformée par les animaux constituent très vraisemblablement

---

(¹) Nous réservons les faits touchant à l'influence exercée par la température.

(²) *Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente.* Voir aussi *La vie et l'énergie chez l'animal.* Paris, Asselin et Houzeau.

la source exclusive de cette énergie. On peut présumer tout au moins que les phénomènes anaérobies n'interviennent dans l'énergétique des animaux supérieurs que pour une part tout à fait inappréciable et qu'on doit les négliger. D'un côté, ils n'ont pas de témoins pondérables dans les excreta et, d'autre part, les produits d'oxydation complète ou incomplète qui forment les excreta rendent compte de tout l'oxygène consommé et le restituent entièrement. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Autonarcose carbonico-acétonémique, ou sommeil hivernal de la Marmotte.* Note de M. **Raphael Dubois.**

« On a fait beaucoup d'hypothèses, plus ou moins ingénieuses, sur le mécanisme du sommeil; mais les faits expérimentaux manquent et les seules indications scientifiques que nous possédions ont été fournies par les cas de sommeil pathologique suivi de mort. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats des recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur le mécanisme du sommeil hivernal chez les mammifères, lequel ne diffère du sommeil ordinaire que par sa durée plus prolongée, avec un état d'hypnose et d'hypothermie beaucoup plus profond ([1]).

» J'ai, en vain, recherché la présence de toxalbumines, de toxines et de principes analogues somnifères, dans l'organisme et dans les excrétions des marmottes en hivernation; mais l'analyse des gaz du sang m'a donné des résultats très importants, au point de vue de l'explication du sommeil et de l'hypothermie. Contrairement à ce que l'on pouvait croire, d'après les recherches de Regnault et Reiset sur la respiration des hivernants, la quantité d'oxygène contenu dans le sang artériel est à peu près la même dans l'état de veille et dans l'état de torpeur; son chiffre est toujours élevé : on en trouve, en moyenne, $0^{cc},16$ pour 100^{cc} de sang. La quantité totale des gaz est beaucoup plus forte que chez le lapin : elle est, en moyenne, de $0^{cc},87$ dans l'état de sommeil et de $0^{cc},60$ dans l'état de veille. L'écart de ces chiffres est dû à l'acide carbonique, lequel, très abondant déjà dans le jeûne hivernal, augmente de $0^{cc},42$ à $0^{cc},71$ environ quand l'animal tombe en torpeur.

([1]) Le Mémoire complet paraîtra prochainement dans les *Annales de l'Université de Lyon*.

» L'acide carbonique s'accumule depuis le commencement du sommeil jusqu'à la fin. Or, on sait qu'en faisant respirer des mélanges convenables d'acide carbonique et d'oxygène à des lapins, on peut provoquer une narcose prolongée, accompagnée d'hypothermie considérable. Le même effet s'obtient avec la marmotte, mais celle-ci supporte bien des abaissements de température de 30°, et elle peut facilement se débarrasser d'un excès d'acide carbonique ne lui venant pas du dehors, au moment du réveil, lequel s'accompagne d'accélération de la respiration et de la circulation.

» L'accumulation d'une quantité aussi forte de gaz, dans le sang, s'explique non seulement par la lenteur de la circulation et de la respiration, par le refroidissement progressif, mais encore, et surtout, par la concentration du sang, facile à prouver par l'augmentation du nombre des globules rouges, de l'hémoglobine, de la densité, et par la dessiccation. Il y a donc déshydratation du sang. On pourrait employer, pour les marmottes, une expression populaire servant à désigner les individus somnolents, apathiques : elles ont, en hivernation, le sang lourd, épais.

» Pendant le réveil, une partie de l'eau est éliminée par le poumon, les urines et les fèces; puis l'animal s'endort et, pendant le sommeil, il s'accumule une certaine quantité de liquide dans l'estomac et le cœcum, d'une part, dans les séreuses et surtout le péritoine, sous forme de lymphe, d'autre part. Celle-ci renferme des leucocytes possédant à un haut degré le pouvoir de transformer le glycogène en sucre, et sortis par diapédèse des vaisseaux : ils y rentrent précisément au moment du réveil, avec l'eau de réserve. La circulation porte, qui s'était ralentie considérablement pendant la torpeur, en même temps que le glycogène s'accumulait dans le foie grâce à la circulation artérielle hépatique, s'active au moment du réveil et chasse le glycogène, transformé en sucre, vers le poumon, le cœur et les muscles thoraciques qui concourent très activement, par leur suractivité, au réchauffement du réveil. Tous ces phénomènes principaux, ainsi que les modifications vaso-motrices qui les accompagnent, sont placés sous l'influence du système nerveux. Chez la marmotte, la température la plus convenable, pour l'hivernation, est celle de 10°, qui provoque un abaissement de la pression intra-artérielle, avec un ralentissement du cœur chez l'animal éveillé. Le point de départ de l'autonarcose est dans la sensibilité thermique périphérique : son centre est situé vers la partie antérieure de l'aqueduc de Sylvius et sa voie centrifuge suit l'axe gris de la moelle, les *rami communicantes*, qui se rendent au premier ganglion thoracique, d'une part, et les nerfs moteurs de la cage thoracique, d'autre

part. Elle se continue, du premier ganglion thoracique, par la chaîne sympathique et les nerfs splanchniques, vers le plexus solaire, qui commande à la circulation porte et aux phénomènes qui en dépendent, au moment de la veille ou du sommeil.

» L'accumulation d'acide carbonique dans le sang et la déshydratation de ce dernier suffisaient à expliquer, à la fois, l'autonarcose et l'autohypothermie de l'hivernant, mais j'ai pensé que, dans ces conditions, il pourrait se produire de l'alcool. Ce n'est pas de l'alcool que j'ai trouvé, mais de l'acétone, et l'acétonémie est notablement plus accentuée dans l'état de torpeur profonde que dans le réveil. Cela n'a rien de surprenant; puisqu'il s'agit d'animaux en état de jeûne absolu et d'autophagie prolongée, consommant principalement, pendant la torpeur, des albuminoïdes, et pendant la veille des composés ternaires.

» 5^{cc} d'acétone, injectés dans le tissu cellulaire d'une grosse marmotte nourrie et n'hivernant pas, ont amené une torpeur prolongée, ressemblant beaucoup à celle de l'hivernation, mais sans hypothermie bien accentuée.

» Pour ces raisons, et pour d'autres, qui seront développées et accompagnées de tous les documents nécessaires dans un Mémoire complet, je considère comme démontré que *le sommeil hivernal de la marmotte est une autonarcose carbonico-acétonémique* (¹).

ZOOLOGIE. — *Sur le* Rhinatrema bivittatum, *Cuvier de l'ordre des Batraciens Péromèles*. Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« Dans la seconde édition du Règne animal, Cuvier fit connaître, sous le nom de *Cæcilia bivittata*, un *Pseudophidia* (Péromèles, D. B.) nouveau, originaire de Cayenne, en insistant sur le facies remarquable de cette espèce, qui rappelle d'une manière frappante le *Cæcilia* (*Ichthyophis*) *glutinosa*, Linné, des Indes orientales, comme aspect général. Duméril et Bibron, étudiant de nouveau cet individu, le regardèrent comme type d'un genre particulier, *Rhinatrema*, qui fut depuis généralement adopté.

» Lorsqu'il s'occupa, en 1879, de reviser ce groupe des Batraciens, Peters, à son tour, examina cet exemplaire, jusqu'ici unique, et se basant

(¹) *Laboratoire de Physiologie générale comparée de l'Université de Lyon*, 24 février 1895.

sur cette ressemblance extérieure, sur la comparaison faite avec un très jeune *Ichthyophis glutinosus*, long de 120^{mm}, chez lequel la fossette tentaculaire labiale, non encore visible, était remplacée par une sorte de tentacule préoculaire, le savant zoologiste crut pouvoir affirmer que le *Rhinatrema bivittatum*, sur lequel il retrouvait cette dernière particularité, n'était qu'un *Ichthyophis glutinosus* présentant encore quelques traces de l'état larvaire et devait être rayé de la nomenclature, ajoutant que la localité donnée par le vendeur, qui avait cédé l'objet au Muséum, était, sans aucun doute, erronée.

» Certains caractères, indiqués déjà par Duméril et Bibron, auraient cependant dû mettre en garde contre une assertion aussi formelle. Les plis annulaires, par exemple, se continuent à la face ventrale sans inflexion anguleuse, ce qu'on observe toujours sur l'*Ichthyophis glutinosus;* on constate également que les écailles sont unisériées au lieu d'être plurisériées.

» D'un autre côté, si l'on compare l'exemplaire en litige, lequel mesure 195^{mm}, à des individus de l'autre espèce, même d'une taille un peu inférieure, on trouve chez ceux-ci des écailles beaucoup plus petites et la fossette tentaculaire déjà sur la lèvre supérieure à mi-distance entre l'œil et la narine, c'est-à-dire occupant sa position normale.

» L'étude anatomique m'a de plus montré récemment que ce *Rhinatrema bivittatum* présente un caractère, dont on ne peut, dans l'ordre des Pseudophidiens, contester l'importance et sur lequel Peters, l'un des premiers, avait appelé l'attention, à savoir que le pariétal et le squamosal, au lieu d'être, comme dans la plupart des genres et, notamment, les *Ichthyophis,* réunis par suture, sont écartés, la fosse temporale étant ouverte en ce point.

» Cette dernière particularité s'observe, d'après M. Boulenger, chez les *Epicrionops,* genre que ce zoologiste a dernièrement établi pour un Pseudophidien rapporté de la République de l'Équateur et que caractérise en outre une fossette tentaculaire placée juste en avant de l'œil, ce qui existe, on l'a vu, chez notre *Rhinatrema bivittatum*. Il est donc évident que ces Batraciens appartiennent à un même groupe générique.

» De ces considérations résulte tout d'abord que le genre *Epicrionops,* Boulenger, est identique au genre *Rhinatrema,* Duméril et Bibron, comprenant alors deux espèces : *R. bivittatum,* Cuvier; *R. bicolor,* Boulenger. En second lieu, la localité connue pour le dernier de ces Batraciens montrant que le genre appartient à la région néotropicale brésilienne, l'exac-

titude de la provenance donnée primitivement par Cuvier pour l'espèce typique ne peut être sérieusement contestée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Évolution du système nerveux et de l'organe vibratile chez les larves d'Ascidies composées.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« J'ai fait connaître, chez les larves des *Botryllidés* (1), la relation étroite qui existe entre le système nerveux larvaire et celui de l'oozoïte fixé : la masse nerveuse de la larve, avant de disparaître, engendre, par prolifération nouvelle, le ganglion de l'adulte qui s'accole plus ou moins aux parois du tube de l'organe vibratile. J'ai également montré que ce dernier organe était produit par un diverticule de la vésicule endodermique primitive et se trouvait être une formation absolument indépendante du tube nerveux de la larve.

» Ces derniers résultats sur l'origine de l'organe vibratile m'ont été fournis non seulement par les larves et les bourgeons des *Botryllidés*, mais encore par les bourgeons de quatre autres familles d'Ascidies composées (*Pérophore, Clâveline, Polyclinidés, Didemnidés* et *Diplosomidés*). Ils ont été d'ailleurs confirmés, chez les bourgeons des Botrylles, par Hjort (2) et Oka (3), et, chez les Diplosomidés, par Caullery (4). Cette question de l'origine de l'organe vibratile eût donc pu être considérée comme définitivement acquise si Hjort n'était arrivé à ce résultat surprenant que, chez les larves de *Distaplia* (Ascidie composée), *l'organe vibratile est un reste du tube nerveux primitif formé par l'épiblaste*, tandis que, chez les bourgeons, *ce même organe vibratile est un diverticule de la vésicule endodermique primitive.*

» Les généralisations n'ayant de valeur qu'autant qu'elles proviennent d'observations plus nombreuses, je me suis livré à de nouvelles recherches

---

(1) *Histoire de la Blastogénèse chez les Botryllidés* (*Ann. des Sciences naturelles*, 1892).

(2) *Zool. Anzeiger*, sept. 1892, et *Mittheilungen Zoolog. Station Neuapel*, 10 Band; 1873.

(3) *Zeitschr. f. Wiss. Zoologie*, 3e fasc., octobre 1892.

(4) *Comptes rendus*, août 1894.

sur le développement de l'*organe vibratile* chez les larves de deux autres espèces d'Ascidies composées, *Fragarium elegans*, Giard, et *Amaroucium Nordmanni*, M. Edw., qui ont été recueillies et préparées dans ce but au laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue. Ces recherches me permettent de conclure que chez les larves de ces deux espèces l'organe vibratile a la même origine que chez les bourgeons que j'ai précédemment étudiés, c'est-à-dire qu'il est constitué par une portion de la vésicule endodermique primitive.

» *Premier stade.* — La larve est réduite à une cavité endodermique présentant deux diverticules latéraux qui s'avancent vers l'ectoderme, sans s'y ouvrir encore, et qui sont les rudiments de la future cavité péribranchiale ; *celle-ci est donc nettement d'origine endodermique*.

» Le tube nerveux primitif est étendu sous l'ectoderme et se termine en avant par une dilatation, qui est la future vésicule sensorielle en voie de différenciation ; la substance pigmentaire y apparaît déjà.

» *Deuxième stade.* — La vésicule endodermique présente trois diverticules : les deux latéraux qui constitueront la cavité péribranchiale et qui sont maintenant accolés à l'ectoderme, lequel commence à s'invaginer aux points de contact. Le troisième diverticule, plus court que les deux précédents, s'étend vers la région dorsale et, rencontrant sur son trajet la vésicule sensorielle, *il s'accole aux parois de celle-ci et finit par s'ouvrir dans sa cavité*. Ce diverticule endodermique est le *tube dorsal* ou futur organe vibratile.

» *Troisième stade.* — Le tube dorsal, tout en restant en communication avec la vésicule sensorielle, s'allonge vers la partie antérieure, s'accole à la paroi du jeune sac branchial là où se forme le siphon buccal, tandis que son autre extrémité s'oblitère et perd sa communication avec la cavité endodermique.

» La vésicule nerveuse déjà très différenciée se continue en arrière par un cordon nerveux plein parallèle au tube dorsal et qui provient de l'oblitération du tube nerveux primitif; ce dernier ne s'est pas modifié sur toute l'étendue de la chorde.

» Il n'y a pas encore de traces du ganglion définitif que portera la larve une fois fixée.

» *Quatrième stade.* — Le tube de l'organe vibratile s'est ouvert en avant dans la cavité branchiale; là il débouche dans la vésicule sensorielle, ses parois s'étranglent progressivement, la communication des deux organes se réduit de plus en plus et finit par disparaître complètement.

» De plus, au voisinage de la substance pigmentaire granuleuse de la vésicule sensorielle, les parois de cette dernière prolifèrent activement et engendrent une masse de petites cellules qui se distinguent très nettement de celles du ganglion primitif par leur noyau deux ou trois fois plus petit et l'énergie avec laquelle elles absorbent les matières colorantes. Cette masse cellulaire de nouvelle formation augmente progressivement, passe sous le tube de l'organe vibratile, le contourne et va se concentrer sur sa face dorsale à laquelle elle s'accole par endroits, au point de laisser croire

qu'elle provient de la prolifération des parois de ce tube. Elle constituera le ganglion définitif de la larve fixée.

» *Cinquième stade.* — La larve, toujours enfermée dans la cavité cloacale, est très avancée dans son développement et porte plusieurs rangées de fentes branchiales.

» Le tube de l'organe vibratile est maintenant complètement isolé de la vésicule sensorielle; il présente son pavillon cilié ouvert dans la chambre branchiale et se continue en arrière jusqu'à l'ouverture cloacale où il se termine en s'effilant. Accolé à sa face dorsale, se montre le ganglion définitif qui envoie des filets nerveux aux deux ouvertures *et est encore relié aux parois de la vésicule sensorielle.* Il est la seule partie nerveuse qui persistera lors de la fixation de la larve.

» Le ganglion larvaire très volumineux se continue toujours en arrière par le tube nerveux qui s'étend sur toute la chorde; en avant, il envoie des filets nerveux qui longent l'endostyle et se terminent dans les papilles adhésives; il n'est plus relié à la vésicule sensorielle que par un gros cordon de prolongements cellulaires qui vont se terminer à la base de la masse granuleuse pigmentée et dans trois grandes cellules sensorielles faisant partie de la paroi de la vésicule et dont la présence est constante chez toutes les larves d'Ascidies composées et d'Ascidies simples que j'ai étudiées.

» En résumé, chez les larves de *Fragarium* et d'*Amaroucium*, l'organe vibratile est une portion de la vésicule endodermique primitive, comme d'ailleurs chez les bourgeons de toutes les Ascidies composées.

» Cet organe se forme indépendamment de la vésicule et du tube nerveux; sa communication avec la vésicule nerveuse est accidentelle et temporaire. C'est pour n'avoir pas étudié des stades suffisamment jeunes que l'existence momentanée de cette communication a amené Hjort à croire que le pavillon vibratile est un reste du tube nerveux.

» Quant au ganglion définitif de l'oozoïte fixé, il est une production du système nerveux larvaire, ainsi que je l'avais déjà observé chez les Botrylles et que Hjort l'a vu de son côté chez les *Distaplia*. Si l'origine du ganglion chez le bourgeon reste encore obscure pour moi, il n'en est pas de même pour le ganglion de la larve fixée qui provient manifestement des parois de la vésicule sensorielle. »

ZOOLOGIE. — *Sur le rôle des Amibocytes chez les Annélides polychètes* (1). Note de M. **Émile-G. Racovitza**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le professeur H. Eisig a démontré dès 1879 que l'épiderme des Polychètes joue aussi un rôle dans l'excrétion et il a montré de même que les

(1) Travail fait au laboratoire de Roscoff.

granules colorés qui s'y trouvent sont des produits d'excrétion. En forçant des *Capitella* à ingérer du carmin en poudre, il a pu constater que ce colorant était d'abord dissous par les cellules intestinales, puis absorbé par elles. Quelque temps après le carmin apparaissait dans plusieurs organes et aussi dans l'épiderme sous forme de sphérules remplies d'un liquide rouge. La voie suivie par le carmin n'est pas difficile à trouver, étant donné qu'il était en solution. Mais l'auteur cité a cru voir passer le carmin dans la cavité générale aussi sous forme de granules solides. Dans ce cas, il suppose qu'il a pénétré dans l'épiderme par les canaux des néphridies, qui chez les Capitella ne s'ouvrent pas à l'extérieur, mais se terminent dans les tissus épidermiques.

» J'ai cru qu'il serait intéressant de rechercher si réellement des particules solides peuvent pénétrer dans l'épiderme, et aussi, le fait étant reconnu exact, par quel moyen s'effectuait le dépôt. Je pris comme sujet d'expérience le *Leiocephalus leiopygos* Grube (Maldanien) et j'injectais directement dans la cavité générale de plusieurs de ces animaux, une substance inerte, de l'encre de *Sépia*. Les huit néphridies des Maldaniens communiquent toutes avec l'extérieur, la pénétration des granules noirs dans l'épiderme ne pouvait donc pas s'effectuer par leur intermédiaire, comme dans le cas précédent.

» La couleur rose des segments antérieurs des animaux en expérience a viré au noir au bout de quinze jours environ. Des coupes permirent de constater que cette coloration était due à la présence de granules d'encre de *Sépia* dans l'épiderme. Ces corpuscules étaient groupés en petits amas dont la plupart étaient contenus dans des cellules arrondies, sans prolongements, pourvues de noyaux à chromatine compacte, indubitablement en voie de dégénérescence. Quelques-unes de ces cellules n'avaient pas encore pénétré dans l'épiderme et avaient été surprises par la fixation dans la couche des muscles circulaires.

» Le dépôt des granules noirs dans l'épiderme est donc le résultat de la diapédèse des amibocytes, car il n'est pas douteux que les cellules décrites plus haut ne rentrent dans cette catégorie d'éléments histologiques.

» Il reste à savoir si les granules jaunes de l'épiderme des animaux normaux y sont transportés à l'état solide et dans ce cas quel est l'endroit où ces granules se forment. La plupart des Polychètes sont pourvus de glandes chloragogènes attachées au vaisseau sous-intestinal. Chez les Maldaniens que j'ai étudiés spécialement à ce point de vue, ces glandes

sont formées par des rangées serrées de cellules pyriformes, se multiplient continuellement sur la ligne médiane et se détruisent sur les bords, en déversant dans la cavité générale les granules jaunes dont elles sont remplies. Les granules identiques comme aspect à ceux de l'épiderme sont peut-être les produits de la désassimilation de l'hémoglobine.

» Une fois tombés dans la cavité générale, les granules sont recueillis par les amibocytes et déposés dans l'épiderme où on les trouve aussi par petits amas et souvent contenus dans les éléments arrondis mentionnés plus haut. Il est donc naturel de trouver d'autant plus de granules accumulés dans un endroit qu'il présente moins de résistance à la pénétration des amibocytes; cette considération explique pourquoi Eisig a trouvé des places limitées (platten) où les dépôts étaient plus intenses, et montre pourquoi les organes nucaux (organes sensitifs) paraissent accomplir une fonction (l'excrétion) qui ne convient pas du tout à leur nature. La faible résistance opposée à la diapédèse doit être considérée comme l'unique raison du choix que paraissent faire les Amibocytes pour l'emplacement propre au dépôt des granules.

» Ce que j'ai dit jusqu'ici n'exclut pas la possibilité d'un dépôt de pigment dans l'épiderme par un autre moyen. Il est certain que ces substances peuvent y pénétrer à l'état de dissolution; il est probable que certains pigments peuvent résulter sur place de l'activité propre des cellules.

» Dans les néphridies, on a trouvé, à côté d'un petit nombre de granules dont il a été question plus haut, une grande quantité de sphérules particulières à ces organes. Ces dernières sont le produit de l'épuration du sang circulant dans les vaisseaux néphridiaux. Comme les granules d'encre de sépia s'accumulent en abondance dans la paroi néphridiale, il est probable que cette région offre aussi un bon terrain à la diapédèse. Cela expliquerait aussi la présence dans la néphridie de granules à caractère chloragogène. Je crois que la structure histologique des cellules néphridiales ne justifierait pas assez l'attribution du pouvoir phagocytaire à ces éléments.

» Le transport des granules excrétoires par les amibocytes a été constaté dans les groupes les plus divers (par exemple, Vertébrés, Échinodermes, etc.), et des travaux de plus en plus nombreux viennent tous les jours confirmer la belle théorie d'Eisig sur l'origine excrétoire des pigments colorés des animaux (dernièrement encore pour les écailles des ailes des Lépidoptères). Il ne faut cependant pas considérer *a priori* tout pigment comme excrétoire, et la preuve en est l'observation suivante faite

sur la *Micronereis variegata* Claparède. Comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, les femelles de cette espèce gardent leurs œufs jusqu'à l'éclosion et, pendant ce temps, ne prennent aucune nourriture. De brun foncé qu'elles étaient avant la ponte, elles deviennent incolores à la fin de l'incubation avec seulement la tête colorée par un pigment verdâtre et quelques bandes jaune citron sur le corps. Ces derniers pigments existent aussi chez les mâles et femelles normaux, seulement ils ne sont pas visibles, étant noyés dans l'abondante substance brune, fluide, que j'ai constatée être un lipochrome et qui donne la couleur aux animaux.

» J'ai été amené à penser que la disparition de ce lipochrome chez les femelles, pendant l'incubation, était en relation avec le jeûne qu'elles subissaient. Pour vérifier cette hypothèse, je soumis des mâles et des jeunes femelles à un jeûne rigoureux, et j'ai pu constater alors que le lipochrome était résorbé graduellement à mesure que le jeûne se prolongeait. J'ai pu me convaincre aussi que les amibocytes sont les agents de cette résorption. Au commencement de l'expérience, le contenu de ces cellules est incolore; puis elles se chargent peu à peu de vésicules, remplies d'une substance brune de même nature que le lipochrome épidermique; ensuite, les vésicules se fragmentent en d'autres plus petites et leur contenu de brun devient jaune et de plus en plus pâle, pour disparaître finalement. Les pigments céphaliques de couleur verdâtre et le pigment jaune des segments n'ont pas bougé : ils sont donc seuls de nature excrétoire; le lipochrome par contre est un produit de réserve.

» Les amibocytes servent donc non seulement à déposer du pigment excrétoire dans l'épiderme, mais, à l'occasion, vont retirer et digérer au profit de l'organisme tout entier les substances de réserve qui s'y sont accumulées. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La protophylline naturelle et la protophylline artificielle.* Note de M. C. **Timiriazeff.** (Extrait.)

« Dans un article intitulé *Ueber das Protochlorophyll,* inséré dans le dernier fascicule des *Acta Horti Petropolitani,* M. Monteverde annonce la découverte d'un nouveau dérivé de la chlorophylle, qui donne naissance à cette substance lors du verdissement des plantes étiolées, et qu'il propose d'appeler *protochlorophylle.* Il est facile de prouver que cette protochlorophylle n'est autre chose que la protophylline dont j'ai dé-

montré la présence dans les plantes étiolées ([1]). Je me permettrai de rappeler la suite des idées qui m'avaient conduit à ce résultat.

» En opérant sur des solutions de chlorophylle par le zinc et l'acide acétique (*Comptes rendus*, p. 686; 1886), j'ai obtenu un dérivé de la chlorophylle, incolore, jaune paille ou rouge selon la concentration, et caractérisé par l'absence totale de la bande caractéristique I et la présence d'une bande II bien tranchée. Cette substance, en s'oxydant, à la lumière surtout, se transforme presque instantanément en chlorophylle.

» Le verdissement des plantes étiolées étant (comme l'a démontré Démentieff) un phénomène d'oxydation, j'en conclus qu'elles devaient contenir cette protophylline, que je venais d'obtenir en réduisant la chlorophylle. Cette conclusion était en désaccord avec l'opinion générale des botanistes qui admettaient, à la suite de M. Pringsheim, que, dans les plantes étiolées, il existe une substance possédant essentiellement les mêmes propriétés optiques que la chlorophylle et qu'on était convenu d'appeler *étioline*. La facilité avec laquelle s'opère à la lumière l'oxydation de la protophylline m'a fait supposer que, dans toutes les recherches sur la matière colorante des plantes étiolées, on avait négligé la condition de placer les plantes dans une obscurité parfaite. En multipliant les précautions nécessaires, j'obtins d'abord des mélanges de chlorophylle et de protophylline; ce n'est qu'après avoir obtenu une substance ne présentant pas trace de la bande I de la chlorophylle, mais bien la bande II caractéristique de la protophylline, que je me suis cru en droit d'annoncer la découverte de la protophylline dans l'organisme vivant. Une exposition instantanée des plantes étiolées à la lumière suffisait pour que le spectroscope accusât la transformation de la protophylline en chlorophylle. Voici, placées en regard, les principales analogies des deux substances :

Protophylline artificielle.	*Protophylline naturelle.*
1. Se transforme, en s'oxydant (à la lumière surtout), en chlorophylle.	1. Se transforme en chlorophylle, en s'oxydant à la lumière, dans la plante vivante.
2. Ne présente pas le spectre de la chlorophylle.	2. Ne présente pas le spectre de la chlorophylle.
3. Incolore en solution diluée; jaune et rouge en solution concentrée.	3. Incolore, jaune ou rouge, suivant l'épaisseur de la couche liquide.

([1]) *La protophylline dans les plantes étiolées* (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 414, 1889. — A. Gautier, *Chimie biologique*, p. 25-26).

4. Les solutions concentrées caractérisées par la présence d'une bande II bien tranchée.	4. Présente en couche épaisse la bande II bien tranchée ([1]).
5. Présente une fluorescence rouge bien inférieure à celle de la chlorophylle.	5. Présente une fluorescence rouge peu prononcée.

» D'après le silence que j'ai gardé sur certains détails, M. Monteverde considère ces détails eux-mêmes comme distinguant sa protochlorophylle de ma protophylline, tant naturelle qu'artificielle. Voici du reste ces détails.

» 1° La protochlorophylle de M. Monteverde présente des traces de la bande III (*das sehr schwache Band III*). Ces traces, je les ai parfaitement constatées, tant dans la protophylline naturelle que dans celle qui est obtenue par réduction, où elles persistent plus longtemps même que la bande I et ne disparaissent que par suite d'une réduction prolongée. C'est pour cela que je les considère, dans les deux cas, comme accidentelles.

» 2° La position de la bande II de la protochlorophylle ne correspond pas parfaitement à la position de la bande II de la chlorophylle et, par suite, conclut M. Monteverde, de la bande II de la protophylline artificielle. Mais je n'ai nulle part indiqué la position précise de la bande II de la protophylline naturelle, et elle se trouve précisément là où l'a trouvée M. Monteverde. Quant à la protophylline artificielle, j'ai expressément indiqué (*Comptes rendus,* t. CII, p. 686; 1886) que son spectre varie selon le degré de réduction, la bande II se déplaçant entre de larges limites et pouvant même se dédoubler. Dans certains cas, la position de la bande II correspond parfaitement à la bande II de la protophylline naturelle.

» Il n'y a donc là, en réalité, que des points de ressemblance, peu importants d'ailleurs, que j'ai pu et même dû passer sous silence, en raison du laconisme imposé aux Communications destinées aux *Comptes rendus.*

» Reste un point important à élucider, pour compléter l'analogie entre la protophylline artificielle et la protophylline naturelle. Cette dernière s'oxyde instantanément à la lumière, dans la plante vivante; mais elle ne présente pas le même phénomène dans ses solutions alcooliques ([2]). Je

([1]) La protophylline artificielle présente encore une bande II. Il est difficile de se prononcer définitivement sur sa présence dans le spectre de la protophylline naturelle, cette partie du spectre étant naturellement masquée par la xanthophylle.

([2]) Il ne faut pas d'ailleurs trop insister sur cette différence, un grand nombre de plantes verdissant sans le concours de la lumière et les solutions de la protophylline artificielle étant sensibles à la lumière (*Comptes rendus,* p. 414; 1889).

n'aurais pas manqué de porter mon attention sur ce point si important pour la physiologie de la chlorophylle, si je n'avais appris que j'avais été devancé par M. Fauvelle, qui a réussi à obtenir le verdissement des extraits alcooliques des plantes étoilées. Je ne me croyais pas en droit d'empiéter sur un terrain où un autre expérimentateur a été plus heureux que moi.

» Je puis résumer la question, sur les deux points qu'il importe de préciser, dans les termes suivants :

» 1° La *protochlorophylle* de M. Monteverde est identique avec ma protophylline naturelle;

» 2° Il n'existe pas de différence notable entre la protophylline artificielle et la protophylline naturelle. Reste à préciser les conditions spéciales dans lesquelles s'opère l'oxydation de cette dernière, dans ses solutions et dans l'organisme vivant. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques applications de l'océanographie à la Géologie.* Note de M. **J. Thoulet**.

« Les données recueillies en océanographie ont permis de dresser des listes dans lesquelles sont indiquées, pour les espèces animales actuelles les plus rapprochées de celles dont on retrouve les restes fossiles dans les couches terrestres, les limites inférieure et supérieure de leur habitat. M. le professeur Walther en a publié une très détaillée, dans son Ouvrage intitulé : *Bionomie des Meeres*. Lorsqu'on a recueilli, dans une couche géologique, divers fossiles déposés ensemble, on peut, en comparant leurs zones respectives d'habitat, arriver à obtenir une notion assez approchée de la profondeur, au-dessous de la surface des eaux, à laquelle se trouvait cette couche à l'époque de sa formation.

» Le dosage de la quantité d'argile contenue dans un dépôt littoral permet d'affirmer, quand le volume de cette argile est les 0,16 du volume total de l'échantillon, que celui-ci s'est formé à la limite même des eaux immobiles, c'est-à-dire au point où le mouvement des vagues cesse de se faire sentir. Dans les circonstances ordinaires, l'échantillon se sera déposé au delà ou en deçà de cette limite, selon que la proportion d'argile sera supérieure ou inférieure à 16 pour 100.

» Les frères Weber ayant établi expérimentalement que le mouvement des vagues cesse de se faire sentir à une profondeur égale à 350 fois la hauteur de celles-ci, on possède un moyen de calculer la hauteur des vagues

de la mer disparue et, dans une certaine limite, par comparaison avec les données océanographiques actuelles, les dimensions de cette mer, sa forme, la direction des vents les plus fréquents, et d'autres détails. Il suffit de prendre la 350e partie de la profondeur indiquée par les fossiles de la couche considérée.

» Le dosage de la vase, dans un sédiment ancien ou actuel, se fait très rapidement par un triage à l'eau, dans un tube gradué, analogue aux burettes d'analyse. On décante les grains sableux réunis au fond, on leur fait subir d'autres lavages et l'on verse de nouveau l'eau argileuse qui en résulte dans la burette : l'argile entraînée se dépose, et vient s'ajouter à celle déjà déposée; on décante, on dessèche et on pèse.

» On peut encore obtenir des renseignements sur la genèse d'un dépôt ancien, s'il est calcaire, en l'attaquant par l'acide chlorhydrique étendu, de manière à se débarrasser du carbonate de chaux. Un tirage exécuté comme ci-dessus permet de recueillir le sable contenu : on l'examine au microscope, on l'analyse, on mesure ses dimensions, on observe si les grains sont arrondis ou anguleux, et on déduit les conclusions de chacune de ces observations.

» La présence de grains de feldspath est particulièrement intéressante. On les distingue aisément au milieu d'une quantité considérable de grains de quartz, en traitant la poudre pendant trois minutes dans de l'acide fluorhydrique très étendu. On lave, on sèche, et on la jette encore chaude dans une solution très foncée de vert malachite dans l'eau. On abandonne au chaud pendant un quart d'heure, on lave à l'eau froide jusqu'à ce que l'eau de lavage soit incolore, et on examine au microscope; les grains de quartz n'ont subi aucun changement, tandis que les grains de feldspath sont colorés en bleu. »

M. **J. Schubert** adresse une Note relative à un projet de traversée de la Manche, au moyen d'un canal tubulaire immergé.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1895.

La flotte de guerre et les arsenaux, par Émile Weyl, officier de marine en retraite. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1894; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Guyou.)

Abaque en points isoplètes de l'équation de Képler, par M. M. d'Ocagne. (Extrait du *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XXII; 1894.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture. Tome CXXXVI. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 vol. in-8°.

L'Aérophile. Revue mensuelle de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Deuxième année, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 7. Séance du 19 février 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Atlas de la Société de l'Industrie minérale. 3e Série. Tome VIII. 3e livraison, 1894. Saint-Étienne, Théolier et Cie; 1 fasc. in-f°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1895. N° 3. Séance du 1er février 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 20 février 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 février 1895.)

Note de M. *Faye*, Présentation des Tomes IV et V des « Annales de l'observatoire de Nice » :

Page 288, ligne 25, *au lieu de* elles sont faites à 140m d'altitude, *lisez* elles sont faites à 340m d'altitude.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de M. l'amiral Pâris, *Membre de la Section de Géographie et de Navigation;* par M. **E. Guyou**.

« François-Edmond Pâris est né à Paris le 2 mars 1806. Une partie de son enfance s'écoula dans les Provinces Illyriennes, à Laybach, où son père, fonctionnaire de l'Administration des finances, fut envoyé en 1809 comme secrétaire de l'Intendant général de la Carniole.

» M. Pâris, après avoir rempli quelque temps les fonctions d'Intendant intérimaire, venait d'être nommé secrétaire du Gouverneur des Provinces, le général Bertrand, lorsque survinrent les événements de 1813.

» Il fut alors réduit à fuir avec sa famille de ville en ville, de Laybach à Trieste, puis à Venise, Gênes et enfin Marseille : désormais sans situation et sans ressources, il prit le parti de gagner Brest, ville natale de sa femme.

» Mme Pâris, femme d'un grand mérite, était fille d'un armateur brestois, M. Bersolle, qui, par ses relations, obtint pour son gendre la situation de Directeur des Octrois.

» Le jeune Edmond fut placé d'abord dans une pension de Brest; il y contracta des liens d'amitié qui durèrent toute la vie avec de jeunes enfants qui devaient comme lui fournir une brillante carrière : les frères Bouët, et ces deux frères Penaud, dont la passion pour le métier est restée légendaire dans la marine tant qu'on y a parlé de la voile.

» En 1816, il fut envoyé au collège de Pontivy où il fit ses études jusqu'à la quatrième. C'est de là qu'il partit pour le collège d'Angoulême, École navale d'alors, où il avait été admis par Ordonnance royale du 7 juin 1820.

» Sous l'Empire, l'École navale était établie en rade de Toulon et de Brest, à bord des vaisseaux le *Tourville* et le *Duquesne;* mais le Gouvernement de la Restauration, dominé par la préoccupation de former des officiers dévoués au nouveau régime, l'avait transférée à terre, à Angoulême, pour soustraire les jeunes gens à l'influence du milieu républicain des ports. Ce n'est qu'en 1830 que, sur les instances des amiraux, le collège d'Angoulême fut supprimé et remplacé par le vaisseau *l'Orion*, auquel succéda la série de *Borda* qui continue de nos jours.

» On entrait à Angoulême sans concours; les élèves étaient choisis, dit l'Ordonnance de fondation, « parmi les fils d'officiers ou de fonction-
» naires qui, ayant servi Sa Majesté avec zèle et fidélité, auraient inspiré
» les mêmes sentiments à leurs enfants ».

» Les jeunes gens restaient deux années à l'École, puis ils passaient dans les compagnies d'élèves de deuxième classe établies dans les ports militaires. Ils recevaient là quelques notions de pratique, et étaient ensuite répartis sur les bâtiments armés.

» Le jeune Pâris fut attaché le 1er mai 1822 à la compagnie de Brest et désigné quatre mois plus tard pour embarquer sur la corvette *la Sapho*, qui armait à Toulon pour la division navale du Levant.

» Il prit passage sur la goélette *la Gazelle*, où il eut la bonne fortune de rencontrer, comme commandant, le lieutenant de vaisseau Lalande, qui fut plus tard cet amiral Lalande « sous la puissante volonté duquel, dit le
» prince de Joinville, nous avons pu refaire une flotte de combat comme
» nous n'en avions plus eu, depuis que la Révolution avait balayé du même
» coup la marine de Louis XVI, un corps d'officiers éminents et tout l'as-
» semblage de traditions, de discipline et d'instruction longuement ac-
» quises. »

« C'est à Lalande, disait souvent l'amiral Pâris, qui avait conservé pour » son premier Commandant une profonde et respectueuse gratitude, que » je dois mes premières notions sérieuses sur les observations et les cal- » culs nautiques. »

» Lorsque la *Gazelle* arriva à Toulon, la *Sapho* était partie depuis quinze jours. La goélette poursuivit sa route pour Milo, où elle répartit ses jeunes passagers sur la frégate *la Médée,* qui portait le pavillon du Commandant en chef, et sur la corvette *l'Ariège,* dont la mission était de poursuivre les pirates de l'Archipel et d'escorter les convois de bâtiments de commerce. C'est sur ce dernier navire que l'élève Pâris accomplit la période de navigation exigée par les règlements pour passer à la première classe de son grade.

» Le bâtiment sur lequel il revint en France, la *Salamandre,* était commandé par un de ces officiers que les marins d'alors appelaient les *rentrants.* C'étaient d'anciens élèves ou jeunes enseignes de la Marine royale, émigrés pendant la Révolution, auxquels la Restauration avait donné, non seulement les grades auxquels les auraient conduits plus de vingt ans de services et d'expérience, mais encore les fonctions de ces grades.

» Le trop célèbre commandant de la *Méduse,* le comte de Chaumareix, était un rentrant. Quant au commandant du jeune Pâris, c'est heureusement sous une forme moins tragique qu'il donnait la mesure de ses aptitudes. La *Salamandre* était si mal tenue que les marins de la division du Levant l'avaient surnommée la *Salope !*

» Pâris la quitta sans regrets. Nommé de première classe le 1er mai 1824, après avoir subi à Brest les examens réglementaires, il fut envoyé à bord de l'*Amphitrite* alors à Cadix.

» C'était encore un rentrant qui commandait la frégate, homme de mérite à certains égards, mais dont la valeur professionnelle devait plus tard être mise à de rudes épreuves. Il commandait le vaisseau de 74 canons *le Superbe* lorsqu'il se perdit à Paros, et le prince de Joinville raconte que, à bord de la frégate *la Sirène,* son second dut prendre le commandement de la manœuvre, dans des circonstances très critiques, lors d'un atterrissage à Brest par coup de vent de sud-ouest.

» Ce rentrant était placé sur l'*Amphitrite* entre deux marins de grande valeur : son chef, le contre-amiral Roussin, qui força plus tard l'entrée du Tage, et son second, le lieutenant de vaisseau Laplace, mort amiral, sous les ordres de qui Edmond Pâris devait accomplir dans la suite deux voyages de circumnavigation.

» Le jeune officier resta peu de temps sur l'*Amphitrite*. Il s'était fait remarquer par des aptitudes exceptionnelles; on le désigna, malgré son grade, pour commander le quart sur l'*Active*, gabare affectée à un service de transports entre la France et l'Angleterre.

» C'est dans une relâche de l'*Active* à Toulon qu'il eut l'honneur d'être choisi par Dumont d'Urville, qui faisait alors les derniers préparatifs de son expédition.

» Dumont d'Urville venait d'accomplir, sous les ordres du capitaine de frégate Duperrey, plus tard Membre de l'Institut, la campagne de la gabare *la Coquille*. Il avait obtenu du comte de Chabrol, ministre de la Marine, le commandement d'une nouvelle expédition scientifique avec le même bâtiment, armé en corvette sous le nom d'*Astrolabe*.

» L'acquisition de l'élève Pâris était une bonne fortune pour Dumont d'Urville; il trouvait en lui un chef de quart qui avait fait ses preuves à bord de l'*Active*, et il gardait pour ses collections la chambre que les règlements l'eussent obligé de donner à un enseigne. Pâris possédait en outre un talent de dessinateur précieux pour une semblable mission.

» On sait que l'*Astrolabe* partit de Toulon le 22 avril 1826, relâcha à Ténériffe pour vérifier ses chronomètres, et fit route pour le sud de l'Australie qu'elle atteignit après 108 jours de mer ininterrompus. Elle exécuta quelques levés sur la côte sud du continent océanien et se rendit au Port-Jackson pour y faire ses derniers préparatifs. Elle explora alors successivement la côte est de l'île septentrionale de la Nouvelle-Zélande, les îles Tonga, Loyalty, Viti, la Nouvelle-Bretagne et la Nouvelle-Irlande, leva la côte septentrionale de la Nouvelle-Guinée et vint relâcher à Amboine, colonie hollandaise déjà florissante, pour y reposer son équipage des fatigues extrêmes de cette première partie de l'expédition.

» L'intention de Dumont d'Urville, à son départ d'Amboine, était de retourner, par le sud de l'Australie, en Nouvelle-Zélande pour y reprendre sur la côte nord-ouest la suite de ses travaux. Mais, dans une relâche à Hobart, il apprit par les journaux que le capitaine anglais Dillon avait recueilli dans l'archipel de Santa-Cruz des vestiges du naufrage de Lapérouse. La recherche de ces vestiges, et des survivants du naufrage, s'il s'en trouvait encore, était l'un des objets de l'expédition de l'*Astrolabe* : « Vous donneriez à Sa Majesté, disaient ses instructions, une satisfaction » bien vive si, après tant d'années de misère et d'exil, quelqu'un de nos » malheureux compatriotes était rendu par vous à sa patrie. » Les vagues renseignements qu'il put obtenir lui laissant espérer qu'il trouverait encore

quelques naufragés, Dumont d'Urville fit immédiatement route pour les îles Santa-Cruz.

» Son espoir fut déçu ; mais on sait que, du moins, il eut le mérite de mettre hors de doute le lieu précis où la *Boussole* et l'*Astrolabe* avaient si tristement fini leur expédition et qu'il y éleva un monument à la mémoire de leurs malheureux équipages. Cette satisfaction fut chèrement acquise, car il fut obligé de fuir devant un climat mortel et devant des naturels féroces, qui devenaient de plus en plus menaçants à la vue de la riche proie que la maladie leur livrait sans défense.

» Dumont d'Urville tenta vainement de ramener la santé dans son équipage par une traversée dans les régions clémentes et saines du Pacifique. Après une relâche aux îles Marianne, à Guaham, où la moitié de son équipage et de l'état-major, dont Pâris, encombrèrent pendant un mois l'hôpital, il revint en France par Batavia, l'île Maurice, Bourbon, le Cap, Sainte-Hélène et l'Ascension. L'*Astrolabe* mouilla à Marseille en mars 1829, après 35 mois d'absence, chargée de richesses pour le Muséum, le Dépôt des cartes et le Musée naval.

» Ces richesses avaient coûté cher, non en argent, — on est au contraire surpris du peu de frais qu'occasionnaient ces expéditions, — mais en hommes et en misères de toutes sortes.

» Six fois la corvette avait été à deux doigts de sa perte, avec la perspective, pour l'équipage, de mourir noyé ou massacré par les naturels, ou tout au moins d'être condamné à un long exil dans quelque îlot perdu de l'Océanie. Dans la baie de l'Abondance, en Nouvelle-Zélande, elle est affalée par une tempête d'une rare violence sur une ligne de brisants qui déferlent à 60 pieds de hauteur; elle ne parvient à la doubler qu'en se couvrant de toile, au risque de voir tomber la mâture. A l'île Tonga-Tabou, par grosse houle, elle est drossée par les courants sur un récif auquel elle reste adossée pendant trois jours et demi, perdant successivement ses ancres, dont les câbles sont coupés par les coraux, dans une situation si désespérée que toutes les dispositions restent prises pour le naufrage; la corvette ne doit son salut qu'à un léger souffle de vent qui se lève au moment où elle est si près du récif que déjà les espars qui débordent de la coque viennent le heurter à chaque oscillation.

» Aux îles Vanikoro, la fièvre et la dysenterie couchent dans les hamacs les trois quarts de l'équipage, et ce n'est qu'en faisant appel aux malades qui ont conservé un restant de forces que Dumont d'Urville réussit à en

imposer aux naturels, puis à lever ses ancres et à assurer la manœuvre dans les passes du récif.

» Sur 92 hommes qui composaient l'équipage au départ de Toulon, l'*Astrolabe* n'en ramena que 69; 9 étaient morts pendant la campagne et 14 avaient été laissés à l'hôpital de Bourbon.

» Pâris subit une large part de ces misères communes. Quant à son rôle dans l'œuvre scientifique, il est inscrit dans l'Album hydrographique, où son nom figure sur de nombreuses cartes, tantôt seul, tantôt à la suite de ceux de ses aînés : Lottin, Gressien et Guilbert. Il l'est aussi dans l'Album historique où il a enrichi de nombreux dessins la collection du dessinateur spécial de l'expédition, M. de Sainson.

» Il avait été nommé enseigne cinq mois après son départ; ce n'est que deux ans plus tard, à l'île Maurice, qu'il en reçut la nouvelle. Dumont d'Urville, si sobre de compliments à l'égard de ses collaborateurs, écrit à cette occasion : « Nous apprenons ici la nomination de Pâris et de Faraguet » au grade d'enseigne; j'en suis particulièrement heureux pour Pâris [1]. »

» A son retour, l'enseigne Pâris fut attaché au Dépôt des Cartes, pendant quelques mois, pour la rédaction de ses travaux personnels, puis envoyé à Brest pour y faire comme second l'armement du brick *l'Olivier*.

» Il était sur le point d'appareiller avec ce bâtiment lorsqu'il fut débarqué et envoyé à Toulon sur la *Favorite*, qui allait entreprendre, sous les ordres du commandant Laplace, un voyage de circumnavigation. Circonstance heureuse à laquelle il dut d'échapper au malheureux sort de l'équipage de l'*Olivier*, qui disparut en mer dans des circonstances restées inconnues.

» La campagne de la *Favorite* n'avait pas un but scientifique. Elle était destinée à montrer, dans les centres commerciaux de l'océan Indien et du Pacifique, notre pavillon qui en était resté si longtemps éloigné. Son commandant était chargé personnellement de recueillir tous les renseignements utiles au développement de nos relations commerciales, et d'éclairer le gouvernement sur l'organisation sociale et politique des pays qu'il visi-

---

[1] L'élève Faraguet avait été embarqué sur l'*Astrolabe* peu de temps après sa sortie de l'École Polytechnique. Suffisamment édifié par sa campagne sur les agréments de la vie maritime, il quitta la corvette à Bourbon, puis la marine peu de temps après. L'amiral Pâris avait conservé de son ancien camarade un excellent souvenir, il en parlait encore en termes très affectueux soixante ans plus tard dans une conférence à la Société de Géographie.

terait. Mais, en même temps, ses instructions lui recommandaient de ne négliger aucune occasion d'accroître les documents géographiques, encore très rares pour beaucoup de régions.

» C'est à Pâris que le commandant Laplace confia cette partie de la mission.

» L'enseigne de la *Favorite* n'est plus, en effet, le jeune homme choisi par Dumont d'Urville, plein de promesses, il est vrai, mais ayant encore de nombreuses leçons à demander à l'expérience. C'est un homme mûri par les dures traverses de l'expédition précédente, un marin aguerri par une campagne dans laquelle il avait passé plus de sept cents jours à la mer, dont une bonne part dans les régions rigoureuses de l'océan Austral, un officier formé par des maîtres au métier d'hydrographe.

» C'est de son nom que sont signés toutes les cartes publiées au retour de la *Favorite*, et une partie des dessins de l'Album historique de l'expédition.

» Les graves événements qui s'étaient accomplis en France pendant cette campagne (décembre 1829 à avril 1832) restèrent longtemps ignorés à bord de la *Favorite*. Dix mois après la Révolution, la corvette continuait à promener le pavillon blanc dans les mers de Chine et les îles de la Sonde. A Macao, elle avait recueilli quelques vagues renseignements sur l'expédition d'Alger; c'est seulement en arrivant sur rade de Sourabaya, en avril 1831, que le commandant Laplace, oublié par le Ministre de la Marine, apprit d'une corvette hollandaise le renversement de Charles X.

» La situation était difficile, car les autorités locales ne dissimulaient pas leur hostilité au nouveau gouvernement.

« La France est libre, dit le commandant Laplace, de choisir ses institu- » tions », et le pavillon tricolore fut hissé en tête des trois mâts, salué par l'artillerie et les acclamations de l'équipage.

» Quatre mois après son retour, Pâris fut nommé lieutenant de vaisseau.

» A partir de cette époque sa carrière change de direction. L'ère des voyages d'exploration était à peu près close; d'un autre côté, la marine à vapeur, encore naissante, venait de montrer aux esprits clairvoyants, lors de l'expédition d'Alger, les services qu'elle était appelée à rendre dans les opérations militaires. Pâris fut un des premiers et, pendant longtemps, un des rares officiers qui aient eu foi dans l'avenir de la nouvelle invention.

» Chacun prévoyait bien, sans doute, que l'introduction des machines aurait une influence considérable sur le développement des relations

commerciales ; mais l'hélice n'avait pas encore été essayée, et il était bien évident que jamais ces machines à roues, dont les principaux organes étaient exposés au tir de l'ennemi, ne pourraient se substituer entièrement sur les bâtiments de guerre à la voilure, non moins exposée, il est vrai, mais susceptible du moins d'être réparée par les moyens du bord.

» A cette défiance venait se joindre une antipathie profonde et bien naturelle pour un état de choses dont l'avènement devait anéantir tout ce qui faisait la poésie et l'orgueil du métier.

» Il était bien difficile, en effet, de prévoir que des machines de 14000 chevaux et des bâtiments de 12000 tonnes exigeraient un jour des officiers des qualités nouvelles non moins propres à satisfaire l'orgueil professionnel que le « sens marin » des anciens manœuvriers.

» Il faut dire aussi que le service de paquebots, auquel le gouvernement utilitaire de Louis-Philippe affecta la plupart des premiers navires à vapeur, n'était pas fait pour atténuer ces préventions. « Après avoir été » cocher d'omnibus, disait en riant l'amiral Pâris, j'ai été cocher du roi, et » je suis redevenu cocher d'omnibus. » Il faisait allusion à ses commandements successifs du *Castor*, du yacht royal *le Comte d'Eu* et de l'*Orénoque*.

» Mais Pâris avait bien compris qu'il ne s'agissait que d'une période transitoire, pendant laquelle le patriotisme et l'amour même de la profession imposaient aux esprits éclairés le sacrifice momentané de leurs préférences.

» Le sacrifice fut particulièrement méritoire pour Pâris, car nul plus que lui n'était épris de la voile. La passion de sa jeunesse laissa en lui des traces si vives, jusque dans un âge avancé, qu'elle lui fit oublier un instant son culte pour la mémoire de Dumont d'Urville. Entraîné par son enthousiasme pour les belles manœuvres, il lui échappa un jour de reprocher à son ancien capitaine trop de prudence pour saluer les grains! Ce fut la seule fois, d'ailleurs, car il professa toujours une admiration sans réserve pour le manœuvrier hardi des circonstances graves, à l'audace duquel, plus d'une fois, l'*Astrolabe* avait dû son salut.

» Pâris débuta dans sa nouvelle voie par une mission d'études de deux ans en Angleterre, mission qu'il obtint grâce à l'intervention du baron Tupinier, alors directeur des ports, et plus tard ministre, beau-frère du commandant Laplace.

» A son retour, il fut nommé au commandement de l'aviso à roues *le Castor,* affecté aux transports entre la France et l'Algérie. C'est à bord de

ce bâtiment qu'il commença ses premières recherches personnelles sur les ressources dont disposent les bâtiments à vapeur à la mer en cas d'avaries de machine, et sur la meilleure utilisation du combustible dans les traversées.

» En débarquant du *Castor*, les circonstances le ramènent une dernière fois sur une frégate à voiles, l'*Artémise*, commandée par le commandant Laplace. Il y accomplit, de janvier 1837 à avril 1840, un voyage de circumnavigation analogue à celui de la *Favorite*.

» C'est dans cette campagne que, victime de sa nouvelle passion, il tomba dans une machine qu'il étudiait à Pondichéry, et dut subir l'amputation du poignet gauche mutilé par une roue d'engrenage. Pâris, dans cette douloureuse circonstance, ne manifesta qu'une crainte : celle d'être obligé de renoncer à la carrière qu'il aimait avec tant de passion.

» Heureusement il n'en fut rien; il reprit son service peu de jours après l'opération, et la main droite qui lui restait lui permit de continuer l'intéressante série de dessins qui accompagne la relation du voyage de l'*Artémise*.

» Dans cette campagne, Pâris eut l'occasion de prendre part à l'une des dernières applications de cette belle manœuvre de force que les marins appellent l'*abatage en carène* : ressource suprême d'un navire réduit à ses propres moyens pour la réparation d'avaries graves dans les fonds. La frégate, qui avait talonné sur les récifs de Taïti, fut inclinée jusqu'à éventer la quille de deux pieds. Les charpentiers du bord consolidèrent les parties avariées, et l'*Artémise* put sans danger poursuivre sa campagne en visitant toute la côte occidentale d'Amérique, depuis San-Francisco jusqu'au cap Horn, et rentrer à Lorient où elle fut, il est vrai, définitivement désarmée et condamnée.

» Nommé officier de la Légion d'honneur pendant la campagne, Pâris fut fait au retour capitaine de corvette à un très grand choix; il avait 34 ans.

» Le commandant Pâris prit alors deux ans d'un repos bien gagné, qu'il utilisa pour la publication de l'intéressant Album des *Constructions navales des peuples extra-européens*. Il en avait recueilli les éléments dans ses campagnes de l'*Astrolabe*, de la *Favorite* et de l'*Artémise*.

» En janvier 1844, il part pour la Chine avec le commandement de la corvette à roues *l'Archimède*. C'est à bord de son bâtiment que fut signé, le 24 octobre suivant, le traité de Wampoa. Après deux ans d'absence, il remit à Suez le commandement à son successeur et rentra en traversant

l'isthme. Il avait eu la satisfaction de doubler le premier le cap de Bonne-Espérance sur un navire à vapeur; mais, écrivait-il à son retour au Ministre, il lui restait « le regret de n'avoir pas été aussi le premier à faire le tour du monde ».

» En 1846, il est nommé capitaine de vaisseau et choisi pour commander le yacht royal *le Comte d'Eu*. C'est sous son commandement qu'eut lieu la terrible explosion de chaudière qui fit 14 victimes. Lui-même, en pénétrant le premier dans la chambre de chauffe, reçut des brûlures intérieures dont il souffrit longtemps.

» Il commande ensuite l'*Orénoque*, affecté aux transports entre la France et l'Algérie, et commence en 1850, à son débarquement, la publication d'une série d'Ouvrages qui ont été longtemps classiques : le *Dictionnaire de marine à vapeur*, le *Catéchisme du marin et du mécanicien à vapeur*, le *Traité de l'hélice propulsive*, et plus tard l'*Utilisation économique des bâtiments à vapeur*.

» La guerre de Russie interrompit pendant quelque temps ses travaux. Il commanda pendant cette période le vaisseau *le Fleurus*, d'où il fut débarqué par l'amiral Bruat et mis à la tête de la division navale chargée de la garde de Kinburn dans l'hivernage de 1855 à 1856. Il a rapporté de cette pénible mission un album qui figure parmi les documents historiques les plus intéressants de la campagne de Crimée.

» Nommé contre-amiral le 7 novembre 1858, après avoir commandé deux ans la frégate à hélice *l'Audacieuse*, il remplit quelque temps à Brest les fonctions de major-général, commanda ensuite à bord du vaisseau *l'Algésiras* la troisième division de l'escadre de l'amiral Le Barbier de Tinant, et fut attaché au Conseil des travaux de la marine où sa connaissance approfondie des bâtiments à vapeur l'avait fait appeler plusieurs fois déjà.

» Il fut enfin placé, en juillet 1864, à la tête du Dépôt des Cartes et Plans, dont il avait tant contribué dans sa jeunesse à enrichir les collections. C'est là qu'il termina sa carrière active, après la Commune, comme vice-amiral et grand officier de la Légion d'honneur.

» Si la dernière partie de la carrière de l'amiral Pâris est moins fertile en incidents, c'est au contraire la plus riche en services rendus. Les hautes positions qu'il occupe à bord et à terre élargissent ses moyens d'action. Membre du Conseil des travaux, il prête à la science de l'ingénieur le concours de son expérience de marin et de mécanicien accompli, et contribue activement aux progrès de notre matériel naval. A bord et dans les

arsenaux, c'est l'instruction du personnel qui est surtout l'objet de ses soins : passant dans les machines tous les instants que lui laissent ses fonctions, il s'attache à développer chez nos mécaniciens les connaissances techniques, dont ils puisaient encore les éléments dans ses propres Ouvrages.

» Comme couronnement de sa longue série de services, il eut la satisfaction de remettre à la Marine, après la Commune, le Dépôt des Cartes avec ses collections intactes. Sans se préoccuper des dangers auxquels il s'exposait, il resta fidèle à son poste, et put même, grâce à sa bonhomie pleine de finesse, continuer à exercer ses fonctions sous les yeux du délégué du pouvoir insurrectionnel.

» L'Académie des Sciences l'avait élu le 22 juin 1863 à la Section de Navigation en remplacement de Bravais, et, quelques mois après, il était nommé Membre du Bureau des Longitudes. Nul plus que lui n'était digne de ces grands honneurs. Les travaux hydrographiques de sa jeunesse, sa participation à ces voyages qui avaient rapporté pour les Sciences de si riches moissons, avaient appelé l'attention sur lui depuis longtemps. Ses Ouvrages sur les machines, restés longtemps classiques, son intervention active et efficace dans les progrès du personnel et du matériel de notre flotte à vapeur, le désignaient aux yeux de tous comme le représentant le plus autorisé des Sciences navales.

» Atteint par la limite d'âge en pleine possession de son activité physique et intellectuelle, l'amiral Pâris devait encore pendant de longues années rendre d'importants services. Hors d'état désormais de contribuer aux progrès de la nouvelle marine, il se consacra aux choses du passé.

» Sa nomination, dès 1871, comme conservateur du Musée naval, fut une des grandes joies de sa vie. C'est en effet au moment même où il se croyait réduit à abandonner pour toujours la marine qu'il se vit entouré de souvenirs de tout ce qu'il aimait. Aussi il s'y consacra avec passion. Pendant plus de vingt années, il donna à son musée tous ses instants, et, mêlant sans compter ses appointements avec la dotation, il ne réserva pour ses besoins personnels que les ressources indispensables à la vie la plus modeste. En dehors de son musée, l'existence ne comptait plus. Il ne se sentait vivre qu'au milieu de sa flotte de modèles et de ses collections de souvenirs, et dans ses ateliers qu'il avait installés comme à bord, en marin habitué à tout faire par lui-même.

» Non content d'enrichir les collections du musée, il les compléta par une belle série d'albums remplis de documents précieux pour l'histoire de l'industrie navale.

» La vie de l'homme privé fut, comme sa vie publique, un exemple de désintéressement et de dévouement. Sa grande bonté, sa bonhomie si cordiale lui attiraient de nombreux solliciteurs. Il n'en est aucun qui ait fait inutilement appel à son concours quand il s'est agi d'un service à rendre ou d'un peu de bien à faire.

» Il fut frappé plus durement que tout autre des deuils qui sont presque toujours le prix des longues existences. Il avait épousé, en 1842, une jeune fille très instruite et d'un caractère élevé, Mlle de Bonnefoux, fille du premier commandant de l'*Orion*, l'auteur d'un *Manœuvrier* et du *Dictionnaire de marine à voiles*. Il eut la douleur de la perdre en 1870. Peu de temps après, il perdit son fils aîné, officier du plus grand mérite, qui périt, en 1873, victime de sa passion pour la marine. Il conserva heureusement une fille dévouée dont les soins furent précieux pour ce vieillard qui ne songeait jamais à lui-même.

» Dans une solennité récente, un de nos Confrères disait de Pierre Cordier : « Peu de savants ont, pendant une vie aussi longue, aimé la » Science avec plus de passion sans négliger pour elle aucun devoir ». Toute la vie de l'amiral Pâris peut être résumée presque dans les mêmes termes : Peu de marins ont, pendant une vie aussi longue, aimé la Marine avec plus de passion, sans négliger pour elle aucun devoir.

» Nommé Grand-Croix de la Légion d'honneur, et membre du Conseil de l'Ordre en 1880, il est mort le 8 avril 1893 revêtu de toutes les dignités dont le pays honore ceux qui l'ont servi avec le plus de dévouement et laissant un nom dont la Marine et les Sciences navales conserveront la mémoire. »

GÉOMÉTRIE. — *Axoïdes de deux lignes planes*; par M. **H. Resal**.

« 1. Lorsqu'on se donne le profil d'un tuyau dont la section est variable, ou bien l'intrados et l'extrados d'une voûte en berceau, la Mécanique appliquée conduit au problème suivant :

» *Déterminer une ligne telle que deux segments de sa normale, limités par deux lignes données (directrices), soient égaux.*

» On reconnaîtra plus loin que toute une famille de lignes, auxquelles je donnerai le nom d'*axoïde*, satisfont à la condition énoncée.

» Soient x, y les coordonnées d'un point d'un axoïde; X, Y et X_1, Y_1 celles des points correspondants des directrices $F = 0$, $F_1 = 0$. On a

$$(1) \qquad F(X, Y) = 0,$$

puis

$$F_1(X_1, Y_1) = 0, \qquad x = \frac{X + X_1}{2}, \qquad y = \frac{Y + Y_1}{2},$$

$$\frac{dy}{dx}\frac{Y - Y_1}{X - X_1} = -1,$$

d'où

$$(2) \qquad F_1(2x - X, 2y - Y) = 0,$$

$$(3) \qquad X\,dx + Y\,dy = x\,dx + y\,dy.$$

» L'équation (3) sera l'équation différentielle des axoïdes, dès qu'on y aura substitué les expressions de X, Y en fonction de x, y, déduites de (1) et (2). Mais l'intégration de l'équation différentielle ne peut s'effectuer que dans quelques cas particuliers, comme on le verra ci-après.

» 2. *Les directrices sont les droites* $Y = mX$, $Y_1 = -mX_1$. — On a

$$X = \frac{y + mx}{m}, \qquad Y = y + mx,$$

$$\frac{dy}{y} + \frac{1}{m^2}\frac{dx}{x} = 0,$$

et, en désignant par C une constante arbitraire,

$$y^m x = C.$$

» Pour $C = 0$, on trouve les bissectrices des angles des directrices. Si ces dernières droites sont rectangulaires, les axoïdes sont des hyperboles équilatères dont les asymptotes sont les bissectrices des angles des directrices [1].

» 3. *Les directrices se réduisent à l'ellipse* $a^2Y^2 + b^2X^2 = a^2b^2$. — En par-

---

[1] Cette remarque m'a conduit à ce théorème qui me paraît nouveau : *Les segments de la normale à une hyperbole ou à une ellipse, limités par les axes, sont en raison inverse des carrés de ces axes.*

tant de cette équation et de la suivante

$$a^2(2y - Y) + b^2(2x - X) = a^2 b^2,$$

on obtient

$$X = x \pm \frac{ay}{b}\sqrt{\frac{a^2 b^2 - a^2 y^2 - b^2 x^2}{a^2 y^2 + b^2 x^2}},$$

$$Y = y \mp \frac{bx}{a}\sqrt{\frac{a^2 b^2 - a^2 y^2 - b^2 x^2}{a^2 y^2 + b^2 x^2}},$$

et l'équation (3) devient

$$(a^2 y\,dx - b^2 x\,dy)\sqrt{\frac{a^2 b^2 - a^2 y^2 - b^2 x^2}{a^2 y^2 + b^2 x^2}} = 0.$$

» Le second facteur de cette équation, égalé à zéro, donne l'ellipse comme solution singulière. De l'autre facteur on tire

$$(4) \qquad y = \mathrm{C} x^{\frac{a^2}{b^2}}.$$

» Pour $\mathrm{C} = 0$, $\mathrm{C} = \infty$, on trouve les axes de l'ellipse.

» Des valeurs réelles de X, Y répondent uniquement aux points de l'arc d'un axoïde intercepté par l'ellipse.

» 4. *Hyperbole.* — Il suffit de changer le signe de b^2 dans l'équation (4). Si l'hyperbole est équilatère, on a $xy = \mathrm{C}$, d'où un théorème que je me dispenserai d'énoncer.

» 5. *Parabole.* — $Y^2 = 2pX$. On a

$$Y = y \pm \sqrt{2px - y^2}, \qquad X = x \pm \frac{y}{p}\sqrt{2px - y^2},$$

puis

$$\frac{dy}{y} + \frac{dx}{p} = 0,$$

et enfin

$$y = \mathrm{C} e^{-\frac{x}{p}}.$$

» 6. *Circonférence et droite.* — Des équations

$$X^2 + Y^2 = R^2, \qquad X_1 = a,$$

on tire

$$X = 2x - a, \qquad Y = \pm\sqrt{R^2 - (2x - a)^2}.$$

et l'on a, par suite,

$$\frac{dy}{dx}\left[\pm\sqrt{R^2 - (2x - a)^2} - y\right] + x - a = 0,$$

équation qui ne paraît pas pouvoir s'intégrer.

» On arrive à une équation qui est encore plus compliquée lorsque les directrices sont deux circonférences, même lorsque les rayons sont égaux.

» 7. *Intrados et extrados d'une voûte circulaire.* — Soient O, O_1 les centres, $R < R_1$ les rayons de l'intrados et de l'extrados; a la distance OO_1 qui est toujours assez petite pour qu'on puisse en négliger le carré.

» Je prendrai le point O pour origine et je dirigerai Ox suivant la montée.

» Des équations

$$X^2 + Y^2 = R^2, \qquad (2x + a - X)^2 + (2y - Y)^2 = R_1^2,$$

on déduit

$$X = \frac{mn \pm \sqrt{R^2(1+n^2) - m^2}}{1+n^2}, \qquad Y = \frac{m \mp n\sqrt{R^2(1+n^2) - m^2}}{1+n^2},$$

en posant

$$m = \frac{x^2 + y^2 + ax + \frac{1}{4}(R^2 - R_1^2)}{y}, \qquad n = \frac{x + \frac{a}{2}}{y}.$$

Si l'on pose encore

$$x = \rho\cos\theta, \qquad y = \rho\sin\theta,$$

et

$$(5)\quad \Delta^2 = -\frac{1}{\rho^2}\left[\rho^2 - \left(\frac{R+R_1}{2}\right)^2\right]\left[\rho^2 - \frac{(R-R_1)^2}{2}\right] - \frac{1}{2\rho}(4\rho^2 - R^2 - R_1^2)a\cos\theta,$$

on trouve

$$X = \frac{\left(\rho + \frac{R^2 - R_1^2}{4\rho}\right)\cos\theta + \left(\frac{R^2 - R_1^2}{8\rho^2} + \cos^2\theta + \frac{1}{2}\right)a \pm \Delta\sin\theta}{1 + \frac{a}{\rho}\cos\theta},$$

$$Y = \frac{\sin\theta\left(\rho + \frac{R^2 - R_1^2}{4\rho} + a\cos\theta\right) \mp \left(\cos\theta + \frac{a}{2\rho}\right)\Delta}{1 - \frac{a}{\rho}\cos\theta}.$$

» En substituant ces valeurs dans l'équation (3), qui revient à la suivante

$$(X\cos\theta + Y\sin\theta)\,d\rho + (Y\cos\theta - X\sin\theta)\rho\,d\theta = \rho\,d\rho,$$

on trouve

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &\left[\frac{R^2 + R_1^2}{4\rho} + \left(\frac{R^2 + R_1^2}{8\rho^2} + \frac{3}{2}\right)a\cos\theta \mp \frac{a}{2\rho}\sin\theta.\Delta\right]d\rho \\ &- \left[\left(\frac{R^2 - R_1^2}{8\rho^2} + \frac{1}{2}\right)a\sin\theta \pm \left(1 + \frac{a}{2\rho}\cos\theta\right)\Delta\right]\rho\,d\theta = 0. \end{aligned}\right.$$

Dans l'hypothèse de $a = 0$, cette équation est vérifiée par les valeurs $\rho = \frac{R + R_1}{2}$, $\rho = \frac{R_1 - R}{2}$ qui annulent Δ.

» En tenant maintenant compte de a, je ne m'occuperai que de l'axoïde peu différent de la circonférence de rayon $\frac{R + R_1}{2}$, qui peut offrir quelque intérêt au point de vue de la théorie de la stabilité des voûtes, et je poserai

$$\rho = \frac{R + R_1}{2} - u,$$

u étant du même ordre de grandeur que a. Sans m'occuper d'abord de la réduction de Δ, l'équation (6) devient

$$\frac{R_1 - R}{R + R_1} \frac{du}{d\theta} - \left(\frac{R}{R + R_1} a \sin\theta \pm \Delta \right) = 0,$$

équation dans laquelle on devra ensuite substituer

$$\Delta = 2\sqrt{\frac{RR_1}{R + R_1}} [u - a \cos\theta],$$

d'où une difficulté d'intégration qui me paraît insurmontable. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Remède prophylactique des fièvres paludéennes.* Note de M. D'ABBADIE.

« Il y a plus de douze ans ([1]), j'appelais l'attention des savants sur la croyance, admise en Éthiopie, qu'une fumigation journalière de soufre, sur le corps dénudé, préserve des fièvres intermittentes ou pernicieuses, dans les terres basses et notoirement malsaines de la zone torride. Cette croyance semble confirmée par ma citation de quelques faits remarquables, publiés il y a vingt-sept ans par notre confrère, M. Fouqué.

» Il est à regretter que nos hygiénistes n'aient pas mis à l'épreuve en Europe un remède prophylactique aussi simple. Je l'avais indiqué au P. Colin, quand je lui donnais des leçons de géodésie expéditive; mais, en débarquant à Tamatave, il se borna à une seule fumigation. Il est revenu ensuite de Madagascar, souffrant de la fièvre et fatigué par un long usage de la quinine. Espérons que, dans l'expédition projetée, nos médecins

([1]) *Comptes rendus*, septembre 1882.

mettront au moins à l'épreuve un traitement sulfureux aussi facile à suivre. »

PHYSIQUE. — *Sur la pression intérieure et le viriel des forces intérieures dans les fluides*. Note de M. **E.-H. Amagat**.

« I. Dans un récent travail relatif aux fluides, j'ai été conduit à substituer aux expressions généralement adoptées pour la pression intérieure P de la relation

$$(1) \qquad (p + \mathfrak{P})(v - a) = \mathrm{RT},$$

une fonction π dont les valeurs numériques sont données par la relation

$$\pi = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p.$$

» Cette pression intérieure (π), dans l'hypothèse où l'énergie intramoléculaire est fonction de la température seule, est telle que $\pi\,dv$ soit le travail intermoléculaire relatif à une variation de volume dv; elle prend sous des pressions suffisamment grandes et après avoir passé par un maximum positif, des valeurs négatives de plus en plus considérables. Le fait de ces pressions négatives a paru tout d'abord singulier, sans doute par suite de l'habitude que l'on a de considérer comme essentiellement positif le terme $\mathfrak{P}$ de la relation (1). En réalité, le covolume dont la signification est encore fort obscure intervient dans cette relation comme le ferait une pression intérieure négative, qui agirait en sens contraire de l'attraction intermoléculaire, et rien ne détermine *a priori* dans quelle proportion l'expression de ces actions antagonistes doit être répartie entre les termes ($\mathfrak{P}$) et (a); on pourrait à la rigueur faire rentrer dans P tout l'effet du covolume; la fonction π laisse subsister un covolume fonction du volume seul. Les considérations qui suivent sont complètement indépendantes de la forme adoptée pour la relation (1).

» II. Clausius a donné, dans l'hypothèse du mouvement stationnaire, la relation suivante dans laquelle K est une constante et W le viriel des forces intérieures :

$$(2) \qquad \mathrm{KT} = \frac{3}{2}pv + \frac{1}{2}\mathrm{W}, \qquad \mathrm{W} = \Sigma r\varphi(r).$$

» La valeur de la pression intérieure doit évidemment dépendre de W, les valeurs numériques de ce viriel peuvent être obtenues ainsi qu'il suit.

Considérons à la température T un fluide à l'état gazeux sous une pression p_0 assez faible pour que W puisse être considéré comme nul ; soit v_0 le volume correspondant, on aura pour un point quelconque (pv) de la même isotherme

$$\frac{3}{2}p_0 v_0 = \frac{3}{2}pv + \frac{1}{2}W,$$

soit

$$W = 3(p_0 v_0 - pv).$$

» On pourra donc calculer facilement, au moyen des Tableaux que j'ai donnés, les valeurs de W pour une pression et un volume quelconques.

» La relation (2) peut s'écrire

$$KT = \tfrac{3}{2}(p + \pi')v \qquad \text{en posant} \qquad W = 3\pi' v.$$

» Le terme π', qu'on a également appelé *pression intérieure*, peut être facilement calculé puisque les valeurs de W sont connues.

» Voici d'abord des Tableaux comparatifs des valeurs de π et de π'.

Valeurs de π et π' sous les pressions P.

	Hydrogène à 0°.			Azote à 0.			Oxygène à 0°.				Acide carbonique à 40°.		
P.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.	P.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.
atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
100	1,5	— 6,4	7,9	26	0,9	25,1	34	7,9	26,1	40	23,9	9,8	14,1
150	6	— 14	20	51	— 1,3	52	88	14,2	73,8	50	42,3	17,3	25,0
200	9	— 24	33	92	— 7,5	100	135	40,7	94,3	60	73,9	29,2	44,7
250	12	— 37	49	127	— 19	146	300	18,4	182	70	126	49,4	76,6
300	14	— 52	66	176	— 36	212	260	11,7	248	80	218	90,1	128
350	16	— 69	85	212	— 57	269	318	— 1,4	319	90	536	214	332
400	16	— 88	104	250	— 82	332	383	— 19,5	303	100	808	272	536
500	15	— 131	146	313	— 140	453	496	— 66,6	563	150	1290	303	987
600	12	— 172	184	371	— 206	577	589	— 127	716	200	1577	290	1287
700	3	— 234	237	413	— 279	692	671	— 194	865	300	1904	231	1673
800	— 8	— 293	285	447	— 355	802	745	— 268	1013	400	2048	158	1890
900	— 33	— 348	315	470	— 435	905	811	— 344	1155	500	2341	80,2	2261
1000	— 46	— 418	372	488	— 516	1004	877	— 424	1301	600	2530	— 4,1	2534
1500	—143	— 775	632	513	— 948	1461	1149	— 844	1993	700	2699	— 90,2	2789
2000	—284	—1162	878	494	—1399	1893	1286	—1284	2570	800	2862	— 179	2952
2400	—410	—1488	1078	458	—1832	2290	1283	—1663	2946	900	»	— 267	»
2800	—578	—1823	1245	410	—2144	2554	1222	—2026	3248	1000	»	— 355	»

Azote — π et π' à volume constant.

Volumes constants.	A zéro.			A 99°,5.			A 199°,5.		
	π.	π'.	$\pi-\pi'$.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.	π.	π'.	$\pi-\pi'$.
	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm	atm
0,009910	26	0,9	25,1	26	— 8,2	34,2	26	— 17,2	43,2
0,005195	92	— 7,5	99,5	92	— 44,2	136	92	— 80,5	172
0,003786	176	— 35,9	212	176	—113	289	176	—186	362
0,003142	250	— 81,7	332	250	—202	452	250	—318	568
0,002780	313	—140	453	313	—306	619	319	»	»
0,002543	371	—206	577	371	—420	791	»	»	»

» On voit que π' pour une température donnée, de même que π d'abord positif, croît d'abord avec la pression, passe par un maximum, décroît, s'annule et prend des valeurs négatives rapidement croissantes; mais, numériquement, ces deux séries de valeurs sont extrêmement différentes, π' devient bien plus rapidement négatif que π; il l'est pour l'hydrogène dès les pressions inférieures, il le devient pour l'acide carbonique alors que π est encore dans la région du maximum; la différence atteint près de 3000 atmosphères à 40°, sous une pression extérieure de 800 atmosphères.

» Il est, du reste, facile de montrer de suite que les fonctions π et π' sont tout à fait différentes, si l'on admet comme approximation très suffisante ici que le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$ est fonction du volume seul. En effet, de

$$\pi = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p, \qquad \pi' = \frac{\mathrm{W}}{3v} = \frac{p_0 v_0 - pv}{v} = \frac{p_0 v_0}{v} - p$$

on tire, à volume constant,

$$\frac{d\pi}{dt} = \mathrm{T}\frac{d^2 p}{dt^2} + \frac{dp}{dt} - \frac{dp}{dt} = 0, \qquad \frac{d\pi'}{dt} = -\frac{dp}{dt} = -\varphi(v),$$

$$\pi = \varphi(v), \qquad \pi' = -\varphi(v)\mathrm{T} + \mathrm{C}.$$

» Ce sont bien les lois résultant du Tableau à volume constant.

» III. D'autre part, M. Sarrau a montré que, dans le cas où le volume des molécules et l'amplitude des mouvements stationnaires seraient très petits relativement aux distances intermoléculaires, le produit $\pi' dv$ représenterait le travail intermoléculaire relatif à la variation de volume dv.

» Ce résultat va permettre d'examiner la question de savoir si l'hypothèse en question est réalisée dans les fluides, si elle l'est approximativement ou bien encore dans certaines limites seulement.

» On voit d'abord que si l'énergie moléculaire est fonction de la température seulement, ainsi que je l'ai supposé ci-dessus à propos de π, $\pi\, dv$ sera comme $\pi'\, dv$ l'expression du travail intermoléculaire, par suite, π et π' seraient égaux; du reste on peut encore, ici, mettre avec M. Sarrau l'expression de la chaleur élémentaire dq sous la forme

$$dq = \mathrm{M}\, dt + \mathrm{A}(p + \pi')\, dv;$$

on a donc

$$\mathrm{A}(p + \pi') = l, \qquad \text{d'où} \qquad \pi' = \mathrm{T}\frac{dp}{dt} - p,$$

c'est-à-dire

$$- \pi'.$$

» Or, on vient de voir que les fonctions π et π' sont fort différentes. Par suite : ou la constitution des fluides ne répond aucunement à l'hypothèse faite, ou les bases mêmes de la théorie sont inapplicables à cette classe de corps; et ceci n'a pas lieu seulement sous de fortes pressions, car les Tableaux montrent que la différence $\pi - \pi'$ paraît rester aux pressions inférieures du même ordre de grandeur que les fonctions π et π' et ne s'annuler qu'avec elles.

» M. Sarrau avait déjà fait remarquer que c'est aux *solides* que les résultats, auxquels pourrait conduire l'hypothèse en question, paraissaient avoir le plus de chance d'être applicables, parce que dans ces corps les molécules oscillent probablement très peu autour de certaines positions d'équilibre stable.

» IV. Il est facile de donner du viriel une représentation graphique très simple : soit une isotherme tracée en portant les pressions en abscisses et les produits pv en ordonnées, soit $p_0 v_0$ l'ordonnée à l'origine (OA) répondant pratiquement à une pression pour laquelle W est nul. Une parallèle à l'axe des p menée par le point A coupera (sauf pour l'hydrogène) l'isotherme en un second point B; si d'un point M de l'isotherme on abaisse MP perpendiculaire sur AB, on aura évidemment

$$\text{MP} = p_0 v_0 - pv = \tfrac{1}{3}\text{W}.$$

» L'isotherme, rapportée à AB comme axe des pressions, a donc pour ordonnées les valeurs du viriel (au facteur $\frac{1}{3}$ près), comptées positivement au-dessous de cet axe. Il résulte immédiatement de la forme de l'isotherme que W, d'abord positif (sauf pour l'hydrogène), part de zéro : la pression croissant passe par un maximum répondant au minimum des produits pv, s'annule au point B et prend des valeurs négatives indéfiniment croissantes.

» Le lieu des points B, ainsi obtenus pour chaque isotherme, divise le réseau en deux régions dans chacune desquelles le viriel des forces intérieures est de signes contraires. Dans la région où W est négatif, la valeur moyenne de $\varphi(r)$ doit l'être également; il est naturel, d'après ce qui précède, que la pression intérieure ait le même signe; or la fonction π, bien que différente de π', devrait cependant, si l'hypothèse faite à son sujet relativement à l'énergie moléculaire est exacte, changer de signe en même temps que le travail intermoléculaire, et, par suite, en même temps que $\varphi(r)$ et que π', ce qui n'a pas lieu; l'hypothèse en question ne semble donc point être satisfaite; du reste, pour en revenir à la relation (1), il paraît

naturel que la pression $\mathfrak{P}$ s'y annule avec $\varphi(r)$; il y a donc lieu de revenir sur ce point : c'est ce que je me propose de faire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H.-L. Lechappe** adresse une Note relative à l'emploi de l'alun dans le traitement des maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Weierstrass**, nommé Associé étranger, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance :

1° Des « Leçons autographiées sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique et ses applications; par M. *P. Painlevé* ». (Présenté par M. Appell.)

2° Un « Essai de Géographie générale, par M. *Christian Garnier* ». (Présenté par M. Janssen.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète Wolf* BP, *faite à l'observatoire de Toulouse (équatorial Brunner)*, par M. **F. Rossard**, présentée par M. Tisserand.

Date.	Temps moyen de Toulouse.	Δ. Asc. droite.	Δ. Déclinaison.	Nombre de comparaison.	Ascension droite apparente.	log. fac. par.	Déclinaison apparente.	log. fac. par.
1er mars.	$9^h 43^m 40^s$	$-1^m 51^s,03$	$+2' 51'',5$	15 : 20	$10^h 55^m 3^s,68$	$\bar{1},429n$	$9° 13' 4'',4$	0,715

Position de l'étoile de comparaison.

Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorité.
$10^h 56^m 52^s,63$	$+2^s,08$	$9° 10' 22'',5$	$-9'',6$	13509 Paris

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rectification de quelques théorèmes d'Arithmétique.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Jordan.

« La démonstration des théorèmes énoncés dans le tome CXIX des *Comptes rendus*, p. 397-398, se déduit des formules et des théorèmes que j'ai établis dans une étude sur l'équation $x^2 + cy^2 = z^3$; mais je n'ai considéré dans cette étude que les cas où le cube est impair, en réservant pour un autre travail les cas où ce cube est pair. Les théorèmes énoncés relativement à l'équation $x^2 + c = u^3$ ne sont donc démontrés que pour les cas où le carré doit être pair et le cube impair. Dans les théorèmes relatifs aux nombres de l'une des formes $8l + (1, 2, 3, 5, 6)$ aucune restriction n'est nécessaire; car, si le nombre c est de l'une de ces formes, il est clair que l'équation précédente ne peut se résoudre en nombres entiers qu'au moyen d'un cube impair. Mais, lorsque c est de la forme $8l + 7$, l'équation $x^2 + c = 8z^3$ n'est pas toujours impossible; il reste à en étudier les solutions.

» Il faut donc énoncer les théorèmes correspondants en exprimant que les carrés doivent être pairs. Par exemple, pour $a = 47$, le théorème doit s'énoncer de la manière suivante :

» *Un seul carré pair devient un cube lorsqu'on lui ajoute* 47, *savoir le carré de* 500, *lequel devient alors le cube de* 63.

» Je suis redevable de la rectification présente à M. Brocard, qui a eu l'obligeance de me communiquer les résultats suivants : L'équation $x^2 + 47 = y^3$ est résolue en prenant $x = 41$, $y = 12$; $x = 13$, $y = 6$. De même, l'équation $x^2 + 191 = y^3$ est vérifiée par les nombres $x = 5$, $y = 6$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le mois de février* 1895 *à l'observatoire du Parc de Saint-Maur.* Note de M. **E. Renou**, présentée par M. Mascart.

« Le mois de février 1895 est très remarquable par sa basse température; nous avons pour moyenne des minima et maxima diurnes $-4°,21$ et pour celle des vingt-quatre heures $-4°,45$.

» Le mois de février, dans la région de Paris, est rarement bien froid; il offre assez souvent une semaine de froids assez vifs, mais c'est la conti-

nuité qui est rare, et une moyenne au-dessous de zéro, depuis 1753, ne se trouve dans les observations de Paris qu'en 1827; le minimum a atteint alors $-12^{\circ},8$ le 18 février; la plus basse température de toute la série connue est $-15^{\circ},6$ trouvée à l'Observatoire le 6, mais correspondant probablement à $-17^{\circ},0$ dans la campagne.

» Pour trouver une moyenne de février aussi basse, il faut remonter à 1740 et consulter les observations faites par Réaumur avec son nouveau thermomètre, dans la rue Saint-Thomas-du-Louvre, rue qui n'existe plus aujourd'hui et dont l'emplacement était place du Carrousel, près du guichet qui conduit au pont des Saints-Pères. La moyenne de ce mois, avec les réductions et corrections probables, donne $-2^{\circ},8$ centigrades; la moyenne vraie dans la campagne devait être voisine de $-4^{\circ},0$, peut-être même encore plus basse et, par conséquent, bien voisine de celle de février 1895.

» C'est la continuité du froid qui est rare en février; dans les 35 jours, du 26 janvier au 1er mars, nous n'avons eu qu'une faible interruption, le minimum du 23 n'étant pas descendu plus bas que $0^{\circ},3$ au-dessus de zéro; il est remarquable que les mêmes jours se rencontrent à Châteaudun, avec un minimum, le 23, égal à $0^{\circ},5$. A Vendôme, la gelée a été continue pendant les 35 jours.

» Dans cette ville, ou plutôt à l'extrémité nord de la ville, M. Renault, dans une excellente station, a trouvé une moyenne des minima et maxima égale à $-3^{\circ},8$ correspondant à une moyenne vraie des 24 heures de $-4^{\circ},3$ bien peu différente de celle du Parc de Saint-Maur.

» A Châteaudun, à une altitude de 144^{m}, plus grande de 60^{m} que celle de Vendôme, sur un plateau presque horizontal, M. Roger, dans une très bonne situation, a eu une moyenne de $-4^{\circ},1$.

» Au Parc de Saint-Maur, le minimum a eu lieu le 7 et a atteint $-15^{\circ},4$; à Châteaudun, le même jour, $-14^{\circ},6$; à Vendôme $-19^{\circ},4$ le 9.

» Il y a longtemps que j'ai appelé l'attention sur la relation des chiffres et des dates entre les stations à diverses hauteurs; les stations hautes sont plus exposées au froid apporté par le vent; pendant qu'à Châteaudun on avait $-14^{\circ},6$, à Vendôme on avait $-13^{\circ},2$ puis, l'air devenant plus calme, le froid de la nuit a amené par rayonnement la température dans la station basse à $-19^{\circ},4$. Il y a peu d'années, j'ai signalé des différences encore plus grandes entre les mêmes stations; j'avais fait remarquer, il y a longtemps, que le Saint-Bernard et Genève offraient des minima à 8 jours d'intervalle, qui s'expliquaient de la même manière.

» L'eau fournie par la neige, toujours difficile à évaluer, n'a atteint, au Parc, que $2^{mm},3$; à Vendôme, M. Nouel a eu $15^{mm},7$; M. Roger, à Châteaudun, $20^{mm},1$.

» La moyenne barométrique à midi, $757^{mm},95$, est inférieure de $1^{mm},25$ à la hauteur moyenne de vingt ans, 1874-1893.

» Les vents n'ont pas quitté la région du nord-est.

» La nébulosité est remarquable; au Parc de Saint-Maur, elle a été 38; on ne trouve depuis 1753 que le mois de février 1863 qui ait eu une moyenne nébulosité de 34. A Vendôme, M. Nouel a trouvé 32, chiffre sans exemple.

» Au Parc de Saint-Maur, la terre est gelée à la fin du mois jusqu'à $0^{m},53$ sous les gazons et $0^{m},65$ dans le potager.

» Le thermomètre à $0^{m},30$ en terre a marqué au minimum $-2^{o},2$ le 15; le thermomètre à 1^{m} de profondeur se tient à la fin du mois à $1^{o},5$.

» La Marne est toujours gelée depuis la nuit du 4 au 5; cela continue encore le 4 mars. »

PHOTOGRAPHIE. — *Vues panoramiques obtenues avec la photojumelle à répétition.* Note de M. J. **Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un certain nombre de photographies sur verre, obtenues par agrandissement de clichés $4\frac{1}{2} \times 6$ fournis par la photojumelle à répétition.

» Ces photographies sont des vues prises dans les Alpes par M. J. Vallot, à qui l'on doit le premier observatoire établi près du sommet du mont Blanc. En dehors de l'intérêt attaché à chacune d'elles, elles offrent la particularité de former, par leur réunion en séries, de véritables panoramas. Cette condition a été réalisée par l'adjonction, à la photojumelle, d'un petit support spécialement combiné à cet effet.

» Cet accessoire, qui s'adapte à un pied photographique quelconque, se compose d'une broche conique fixée perpendiculairement au centre d'un petit plateau circulaire horizontal de $0^{m},06$ de diamètre, dont la couronne extérieure porte une douzaine d'encoches équidistantes. Ce plateau, étant muni de trois vis calantes, il est aisé d'obtenir, avec un niveau de poche, son exacte horizontalité, et, en même temps, la verticalité de la broche. La photojumelle dont le corps, d'autre part, a été foré pour s'empaler en quelque sorte sur la broche, trouve là un pivot tout prêt à la recevoir. Elle s'y pose, sans avoir besoin d'être autrement fixée, et s'en sépare sans effort, quand il

s'agit d'opérer le changement de plaque par escamotage. Ainsi montée, elle peut tourner horizontalement. Grâce à un doigt métallique dont elle est munie, doigt façonné de manière à pénétrer dans les encoches du plateau support, on peut la placer successivement dans douze orientations distinctes, régulièrement distribuées dans un tour d'horizon, et prendre de la sorte un panorama complet; quelques minutes suffisent pour toute l'opération, et cette rapidité de manœuvre est avantageuse, en ce sens qu'elle assure aux divers clichés une grande homogénéité d'éclairement.

» Les clichés de M. J. Vallot ont été faits en août dernier par temps clair, sur plaques orthochromatiques de Lumière, à travers une glace à faces parallèles de teinte jaune foncé, allongeant la durée de pose dans le rapport de 15 à 1. L'objectif, anastigmat de Zeiss, de 85^{mm} de distance focale, était diaphragmé à $\frac{1}{40}$ environ. Le développement a été fait deux mois après l'exposition des plaques, avec un développateur faible et lentement.

» L'une des séries a été prise du haut du Brévent, à l'altitude de 2525^{m}. La pose, déterminée par M. J. Vallot, au moyen d'expériences préalables, a été de dix secondes. Ce panorama est celui de la chaîne du mont Blanc, du col de Balme à gauche au col de Voza à droite. Le sommet du mont Blanc, qui se trouve sur l'avant-dernière plaque de droite, était à une distance d'environ 12^{km} de l'opérateur.

» Une deuxième série représente la même chaîne prise de l'Aiguillette à l'altitude de 2200^{m} environ. On y distingue à gauche le Brévent et une partie des Aiguilles rouges.

» Enfin, une troisième série représente la vallée de Chamounix, vue des pentes de Blaitière, à 1100^{m} d'altitude environ. La pose a été, pour cette série, de trente secondes.

» On ne peut pas, en considérant ces photographies, ne pas être frappé de la quantité de détails que l'on remarque, dans les lointains, pour les cimes élevées, et dans les massifs de verdure sombre pour la vallée. Ce résultat, très important, est dû à l'emploi des préparations orthochromatiques et du verre compensateur.

» Chacune des épreuves sur verre, pour être vue sous sa véritable perspective, doit être regardée à $0^{m},42$ environ du centre de la plaque. Leur netteté résulte surtout de la rigueur avec laquelle avaient été mis au point l'objectif de la photojumelle, et celui du châssis amplificateur, grâce à la méthode suivie dans la fabrication de ces appareils.

» Il n'est pas inutile de rapprocher des dimensions de ces épreuves 24×30, la petitesse et la légèreté (500^{gr}) de l'appareil qui les a fournies. Grâce à la facilité avec laquelle il peut être emporté par un ascensionniste, cet instrument est certainement appelé à vulgariser des horizons dont la contemplation a été, jusqu'à ce jour, réservée à des privilégiés. »

CHIMIE. — *Oxydes et sulfures à fonction acide et à fonction basique. — Sulfure de zinc.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« L'étude des propriétés des oxydes et des sulfures nous a conduit à penser que les deux fonctions acide et alcali, que peuvent remplir les *oxydes indifférents* et quelques sulfures, n'appartiennent pas, du moins dans un certain nombre de cas, à un même corps, mais à deux variétés distinctes par leurs propriétés chimiques et physiques. La variété représentant la fonction acide n'entrerait en combinaison avec un acide, et celle à fonction basique avec une base, qu'après une transformation préalable, déterminée par les affinités. Cette transformation peut aussi se produire directement, sans qu'il soit nécessaire d'introduire l'oxyde ou le sulfure dans une combinaison chimique; mais elle est plus ou moins difficile à effectuer. Enfin, chacune des deux variétés peut exister elle-même à des états de condensation différents et passer de l'un à l'autre, tout en conservant sa fonction chimique. Ces dernières modifications se produisent suivant certaines lois dont nous avons donné un exemple dans plusieurs Notes précédentes; mais les phénomènes sont souvent troublés par des causes analogues à celles qui déterminent la surfusion et la sursaturation, et sur lesquelles nous reviendrons.

» Dans le cas du sulfure de zinc précipité, on peut constater très nettement l'existence de deux variétés possédant, par rapport au sulfure anhydre, une même composition. Chacune d'elles peut exister sous des états d'hydratation et de condensation variables; mais elles sont complètement distinctes, et nous n'avons pu les tranformer directement l'une dans l'autre entre zéro et 100°.

» *Sulfure de zinc acide.* — Le sulfure de zinc amorphe, obtenu dans certaines conditions par l'action de l'hydrogène sulfuré sur une solution alcaline de zincate de soude, se présente au microscope sous la forme de masses transparentes, gélatineuses. Une fois qu'il a été transformé par l'action de la chaleur, ou sous plusieurs autres influences, on constate qu'il s'est subdivisé en particules distinctes, infiniment petites, transparentes, qui ne présentent une apparence de cristallisation, il est vrai, que sous les plus forts grossissements, mais dont l'ensemble diffère complètement du sulfure amorphe obtenu d'abord. Pas plus qu'avant sa transformation, il n'exerce aucune action sur la lumière polarisée. Le sulfure transformé, s'il est cristallisé, ce que nous ne croyons pas pouvoir affirmer sans quelques réserves, vu son état d'extrême division, appartient au système cubique. La différence survenue dans ses propriétés chimiques démontre, du reste, qu'il a subi une modification profonde.

» Outre son aspect au microscope, la solubilité de ce sulfure de zinc, transformé ou non, dans une dissolution aqueuse d'hydrogène sulfuré, permet de le différencier du sulfure basique. Cette solubilité peut être observée même après qu'il a été débarrassé de toute trace d'alcali par des lavages multipliés à l'eau bouillante dans des ballons remplis et bouchés pour éviter l'accès de l'air. Elle a été attribuée à un passage du sulfure à l'état colloïdal; mais cette hypothèse nous paraît inexacte, le sulfure de zinc ne devenant pas colloïdal dans l'eau pure et ne se dissolvant dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré que dans des proportions assez peu considérables et déterminées par la quantité d'hydrogène sulfuré dissous [1]. La dissolution se fait immédiatement quand le sulfure est amorphe, beaucoup plus lentement quand il est transformé, mais la quantité qui se dissout finalement paraît être la même dans les deux cas.

» *Sulfure de zinc basique.* — Le sulfure de zinc, précipité d'une dissolution d'un sel de zinc par l'hydrogène sulfuré, peut encore exister sous deux états, amorphe et cristallisé, et passer du premier dans le second, dans des conditions comparables à celles dans lesquelles s'opère la transformation du sulfure acide, précipité d'une liqueur alcaline. La température de transformation dépend, en outre, de la nature des acides combinés à l'oxyde de zinc et paraît être d'autant plus élevée que l'acide est plus faible. C'est ainsi que le sulfure se précipite presque toujours à l'état cristallisé dans une solution de sulfate de zinc, amorphe dans le cas de l'acétate. Mais il est facile cependant, en s'appuyant sur les observations faites sur le sulfure de zinc acide, de l'obtenir amorphe ou cristallisé, soit avec le sulfate, soit avec l'acétate.

» Ce sulfure diffère complètement du sulfure acide.

» Le sulfure cristallisé, obtenu immédiatement ou après transformation du sulfure amorphe, se présente au microscope sous l'aspect de petits prismes déliés, très nets, et qui, malgré leur opacité assez grande, exercent une action très marquée sur la lumière polarisée.

» Le sulfure cristallisé est complètement insoluble dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré, qui ne dissout du reste que des traces négligeables du sulfure amorphe.

» Remarquons que la première variété de sulfure de zinc (sulfure acide) peut subsister après qu'il a été formé, malgré l'addition d'un léger excès d'acide tel que l'acide acétique. On peut même la précipiter d'une liqueur primitive acide. C'est ce qui a lieu, si l'on ajoute un petit excès d'acide tartrique dans une solution alcaline de zincate de soude. On peut séparer par l'acide sulfhydrique, de cette liqueur, un sulfure de zinc soluble dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré. Nous retrouverons plusieurs faits analogues. Ces exceptions apparentes s'expliquent facilement par la théorie de M. Jungfleisch sur la constitution des émétiques et sont même une nouvelle vérification expérimentale de cette théorie. »

---

[1] En admettant même, d'après M. Spring et M. Winssinger (*Bull. de l'Ac. Royale de Belgique*, février 1888), que le sulfure de zinc reste à l'état colloïdal, après que l'on a chassé l'hydrogène sulfuré, la dissolution préalable du sulfure précipité dans l'eau chargée d'acide sulfhydrique nous paraît constituer une combinaison chimique.

THERMOCHIMIE. — *Recherches calorimétriques sur les dissolutions salines. — Acétate de soude.* Note de M. E. MONNET, présentée par M. Troost. (Extrait.)

« La dissolution dans l'eau, à la température ordinaire, de l'acétate de soude hydraté donne lieu, on le sait, à une absorption de chaleur. Je me suis proposé d'étudier les variations qui surviennent dans la chaleur de dissolution de ce sel suivant la proportion d'eau dissolvante, c'est-à-dire suivant le degré de concentration de la dissolution finalement obtenue.

» La méthode que j'emploie consiste à mesurer la chaleur qu'absorbe, à une même température, la dissolution de poids variables du sel considéré dans un poids constant d'eau.

» Voici le résumé de mes expériences.

» Soient S la concentration de la dissolution, c'est-à-dire le rapport du poids de sel hydraté au poids de l'eau libre ajoutée au sel, T_1 la température du sel à l'instant de son mélange à l'eau calorimétrique, $D_{(h)}$ la chaleur absorbée (en petites calories) à la température T_1 par la dissolution de 1^{gr} d'acétate de soude hydraté dans $\frac{1}{S}$ gramme d'eau libre :

S.	$D_{(h)}$.
	c
0,04	34,63
0,08	34,93
0,12	35,07
0,16	35,19
0,20	35,27

» On voit, à l'inspection de ce Tableau, que la chaleur de dissolution de l'acétate de soude augmente avec la concentration de la dissolution ou, ce qui revient au même, que la dilution d'une dissolution de ce sel dégage de la chaleur. Mais, tandis qu'avec les chaleurs de dissolution je n'ai pu dépasser la concentration 0,2, j'ai poussé la détermination des chaleurs de dilution jusqu'à des dissolutions de concentration 28,5.

» Je représente par une courbe les résultats obtenus, en prenant comme abscisses les concentrations et comme ordonnées les chaleurs de dilution. La courbe, construite vers 15°, est presque rectiligne de la concentration 0 à la concentration 10 et monte rapidement; puis une courbure très nette se prononce entre les concentrations 5 et 17,5; enfin, à partir de la

concentration 17,5, la courbe tend à devenir asymptotique à une droite parallèle à l'axe des abscisses, dont l'ordonnée serait égale à peu près à 18. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexaméthylène-amine; sels d'ammonium; action des acides; production d'amines primaires.* Note de M. **Delépine**, présentée par M. Henri Moissan.

« Vohle a décrit des combinaisons de l'hexaméthylène-amine, qui font ressortir cette base comme alcali tertiaire : son iodométhylate, son iodéthylate présentent toutes les propriétés des iodures d'ammonium.

» *Iodamylate.* — J'ai préparé l'iodamylate qui répond à la formule $C^6H^{12}Az^4C^5H^{11}I$ par l'action de l'iodure d'amyle employé en léger excès sur une solution chloroformique d'hexaméthylène-amine chauffée à sa température d'ébullition pendant 7-8 heures au réfrigérant à reflux. L'iodamylate se précipite sous forme de lamelles nacrées, qu'on obtient parfaitement blanches en les lavant au chloroforme.

» L'iodamylate d'hexaméthylène-amine se ramollit à 146° pour fondre vers 156° en se colorant en jaune. Il se combine avec 3 atomes d'iode pour donner une combinaison cristalline vert foncé, fusible à 127°.

» *Action des acides sur les sels d'ammonium.* — Je me suis demandé si l'action des acides sur les sels d'hexaméthylène-ammonium ne serait pas parallèle à celle qu'ils exercent sur l'hexaméthylène-amine. On sait que cette action consiste en une fixation de 6 molécules d'eau :

$$C^6H^{12}Az^4 + 6H^2O = 6CH^2O + 4AzH^3.$$

Au cas d'un iodure tel que $C^6H^{12}Az^4.RI$, on aurait

$$C^6H^{12}Az^4.RI + 6H^2O = 6CH^2O + 3AzH^3 + AzRH^3I,$$

c'est-à-dire un mélange d'ammoniaque et d'amine primaire correspondant à l'iodure employé.

» J'ai constaté que, conformément à ces prévisions, l'acide chlorhydrique dilué bouillant donne avec l'iodométhylate d'hexaméthylène-amine un produit précipitant abondamment le réactif bismuthique. La combinaison bismuthique, privée de son eau-mère et analysée, a fourni les chiffres d'iode et de bismuth correspondant à la formule $(CH^3, AzH^2, HI)^3(BiI^3)^2$. Le chloroplatinate de la base régénérée de ce bismuthate s'est présenté sous forme de paillettes jaune d'or et avait une teneur en platine correspondant à la formule $(CH^3, AzH^2HCl)^2PtCl^4$; trouvé 41,46 pour 100 au lieu de 41,68. Le rendement est presque théorique.

» Toutefois, comme MM. Cambier et Brochet ont montré que l'aldéhyde formique était susceptible de réagir sur le chlorhydrate d'ammoniaque

pour donner de la monométhylamine, j'ai cru devoir m'assurer que la cause de la formation de ce corps était bien due à l'existence du groupement iodure d'ammonium tertiaire $\equiv Az \begin{smallmatrix} / CH^3 \\ \backslash\ I \end{smallmatrix}$.

» Pour le vérifier, j'ai fait une expérience témoin avec l'hexaméthylène-amine seule; le réactif bismuthique n'a pas été précipité. D'un autre côté, j'ai produit l'hydratation sur l'iodamylate qui contient le groupe $\equiv Az \begin{smallmatrix} / C^5H^{11} \\ \backslash\ I \end{smallmatrix}$. L'hydratation demande beaucoup plus de temps (deux à trois heures) et exige un acide assez concentré; si l'on distille le produit de la réaction avec la potasse on obtient, outre l'ammoniaque, une huile basique miscible à l'eau et donnant un bismuthate cristallisé en aiguilles mordorées, ainsi qu'un chloroplatinate, dont les teneurs respectives en bismuth et en platine sont celles des combinaisons correspondantes d'amylamine. Après l'amylamine, il passe une petite quantité d'une base huileuse, à odeur amylique, mais insoluble dans l'eau. J'ai observé que cette base se formait en plus forte proportion quand on chauffait moins longtemps avec l'acide; j'espère, dans une prochaine Note, communiquer les résultats que j'aurai obtenus relativement à cette base dont je me réserve l'étude.

» A part cette réaction secondaire, dont la nature m'est encore inconnue, je signale donc l'action des acides sur les iodures d'ammonium de l'hexaméthylène-amine, comme un nouveau mode de formation des amines primaires. Je signale aussi l'utilité de l'emploi du réactif bismuthique, qui permet de séparer les amines d'avec l'ammoniaque; même, au cas relatif à l'amylamine, il permet de séparer cette base de la base insoluble dans l'eau, laquelle donne un bismuthate fort peu soluble [1]. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition de quelques avoines françaises et étrangères, de la récolte de 1893.* Note de M. **Balland.**

« Depuis que les avoines exotiques sont exclues, sauf en quelques cas particuliers, des fournitures de l'armée, bon nombre de ces produits sont présentés à l'Administration de la Guerre comme étant de provenance indigène. Les échantillons analysés, dans le but d'apporter quelques éléments nouveaux permettant de mieux caractériser les principaux types d'avoines que l'on trouve sur les marchés français, sont de provenance certaine. Ils ont été prélevés, en grande partie, par les soins de la Chambre

[1] Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École de Pharmacie de Paris.

syndicale des grains et farines de la place de Paris, sur un ensemble de lots de la même région : ils représentent, par suite, assez exactement le type de la région qui les a produits.

» On peut les grouper comme il suit, d'après leur nuance :

» *Avoines grises ou noires :* Beauce, Bretagne, Champagne, Picardie, Vosges, Hollande, Islande, Russie (Libau), Suède.

» *Avoines bigarrées :* États-Unis d'Amérique.

» *Avoines jaunes rougeâtres :* Algérie, Chypre, Grèce, Rodosto, Smyrne.

» *Avoines blanches :* Danube (Braïla), Norwège, Russie (Libau, Nicolaïef, Saint-Pétersbourg, Théodosie).

» Les avoines de Beauce contiennent une proportion de matières azotées généralement supérieures à 10 pour 100; le poids des matières grasses est voisin de 5 pour 100; la cellulose est peu élevée (7,5 à 9 pour 100). Elles donnent 74 à 76 pour 100 d'amande, et 26 à 24 pour 100 de balle. Le poids moyen de 1000 grains est de 20^{gr} à 22^{gr}; le taux des graines étrangères, de 1 à 3 pour 100.

» Les avoines de Champagne se rapprochent par leur composition chimique des avoines de Beauce; mais le poids moyen des graines est moins élevé (18^{gr} à 19^{gr}).

» Dans les avoines de Picardie, le poids moyen est de 22^{gr}. Le poids de l'amande descend à 73 pour 100; la moyenne des matières grasses et azotées diffère peu des précédentes.

» Pour l'avoine des Vosges, qui est plus foncée que les avoines de Beauce, de Champagne et de Picardie, le poids de l'amande tombe au-dessous de 72 pour 100 (plus de 9 pour 100 de cellulose) sans que la proportion des matières grasses et azotées soit sensiblement modifiée.

» Les avoines de Bretagne se distinguent des avoines de Beauce par une plus faible proportion de matières azotées (9 à 9,5 pour 100) et une augmentation de matières grasses (5 à 6 pour 100). La proportion d'amande atteint et dépasse même 77 pour 100. Le poids moyen de 1000 grains est de 35^{gr}; le taux des impuretés est le même que pour les précédentes avoines (1^{gr} à 3^{r} pour 100).

» Les avoines de Suède se rapprochent beaucoup des avoines de Beauce par leur composition chimique : toutefois, le poids moyen des graines est plus élevé (25^{gr} pour 1000). Parmi les graines étrangères (2^{gr} à 3^{gr} pour 100), on remarque la présence de la vesce, que l'on ne trouve pas dans les avoines de Beauce; on observe encore que les avoines de Suède sont plus foncées, plus brillantes et généralement plus hydratées.

» L'avoine d'Irlande, bien qu'un peu plus terne, se rapproche de l'avoine de Suède, mais elle contient moins d'amande (72 pour 100) et moins de matières grasses (au-dessous de 4 pour 100) : elle est très pure (moins de 1 pour 100 d'impuretés).

» L'avoine de Hollande, un peu moins foncée que l'avoine d'Irlande, est aussi très pure; la proportion des matières grasses est plus élevée (5 pour 100).

» L'avoine noire de Libau est caractérisée par une bonne proportion de matières azotées (10 pour 100), une faible proportion de matières grasses (moins de 4 pour 100) et un excès de cellulose (11 pour 100). Le poids de l'amande est inférieur à 70 pour 100; le taux des impuretés, au-dessus de 4 pour 100.

» Les avoines bigarrées d'Amérique présentent une bonne composition moyenne (10 pour 100 de matières azotées, 5 pour 100 de matières grasses, 75 pour 100 d'amande); les impuretés (2 à 4 pour 100) sont exclusivement constituées par de l'orge et du blé.

» Les avoines blanches de Saint-Pétersbourg renferment jusqu'à 14 pour 100 de matières azotées, la proportion d'amande s'élève à 74 pour 100. Les avoines blanches de Libau, Nicolaïef et Théodosie, contiennent un excès de cellulose (moins de 70 pour 100 d'amande), 3 à 4 pour 100 de matières grasses et plus de 10 pour 100 de matières azotées. Les graines étrangères, en majorité de l'orge, peuvent s'élever à 20 pour 100; on remarque la présence du millet rouge qui peut aider à caractériser toutes les avoines de Russie.

» Les avoines du Danube (Broïla) sont moins ligneuses que les avoines du sud de la Russie (73 pour 100 d'amande); elles sont aussi moins impures (3 pour 100). Le poids moyen des graines est le même (20^{gr} à 22^{gr} pour 1000).

» L'avoine blanche de Norwège présente la composition des bonnes avoines de Suède et de France, avec une plus forte quantité d'eau. Le poids moyen des graines est de 32^{gr} pour 1000.

» Les avoines d'Algérie se distinguent par une faible proportion de matières azotées (au-dessous de 9,5 pour 100), une bonne proportion de matières grasses (5 pour 100) et un excès de cellulose (moins de 70 pour 100 d'amande). Taux des impuretés, 30 à 40 pour 100; poids moyen des graines, 29 pour 1000.

» Les avoines de Chypre, de Grèce, de Smyrne et de Rodosto sont très sèches, comme les avoines d'Algérie, dont elles se rapprochent par la nuance et la composition. L'amande est au-dessous de 70 pour 100. Pour les avoines de Rodosto et de Smyrne, le poids moyen des graines est de 35^{gr} à 39^{gr} pour 100. Ces deux dernières sont généralement très impures (10 à 20 pour 100 d'impuretés); l'avoine de Smyrne est, de plus, caractérisée par la présence d'une crucifère, *Rapistrum orientale*. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Nouvelles considérations sur l'anatomie comparée des membres*. Note de M. **J.-P. Durand (de Gros)**, présentée par M. Marey.

« L'anatomie comparée des membres, chez les Vertébrés, nous révèle des caractères singulièrement significatifs et précieux pour la détermination des rapports généalogiques des espèces. Cependant, ceux qu'offrent les extrémités ont seuls fixé l'attention jusqu'à ce jour, alors que les segments supérieurs en possèdent de non moins importants, sinon plus.

» Dans mes deux Mémoires de 1868 et 1869, imprimés dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie*, dans mon Livre intitulé : *Origines animales de l'Homme,* paru en 1871, et enfin dans une Communication à l'Académie des Sciences, insérée dans ses *Comptes rendus,* j'ai signalé toute une série de variations de la conformation du bras et de l'avant-bras considérée dans

l'ensemble des Vertébrés supérieurs, qui sont de la nature la plus surprenante. Il resterait maintenant à consacrer une nomenclature appropriée à ces caractéristiques morphologiques, fournies par les deux grands articles du membre thoracique; car certainement elles n'en sont pas moins dignes que celles que les naturalistes se sont contentés de relever dans les articles terminaux, et auxquelles ils ont prodigué les distinctions de *polydactyle, monodactyle, pentadactyle, périssodactyle, artiodactyle*, etc.

» S'il a paru légitime et expédient d'embrasser sous une désignation commune les espèces qui ont cinq doigts, et aussi celles qui n'en ont qu'un, et puis encore celles chez qui les doigts sont en nombre pair ou sont en nombre impair, on ne saurait hésiter à reconnaître qu'il n'est pas moins rationnel ni moins utile d'affecter une appellation collective à chacun des groupes zoologiques qui se constituent dans notre esprit par la communauté de chacun des caractères dont je vais faire l'énumération.

» I. Torsion humérale et renversement consécutif de l'avant-bras, avec la paume de la main tournée en dehors, le radius et le pouce faisant face au tibia et au pouce de la patte abdominale. (Exemple : Cistude commune.)

» II. Absence de torsion humérale et de renversement antibrachial, les deux os de l'avant-bras et la main présentant une homologie exacte de position relative et de direction avec les parties homotypes du membre postérieur. (Exemple : Chélonée Caouanne.)

» III. Identité de conformation et de direction entre les mêmes membres. (Ex.: Ichthyosaure, Plésiosaure.)

» IV. Différence de conformation, ou tout au moins de direction, entre les mêmes membres. (Ex.: Grenouille, Lézard, Pigeon, Chien, Bœuf.)

» V. Direction latérale, c'est-à-dire parallèle au plan médian du corps, de la ligne des deux articulations huméro-cubitale et fémoro-tibiale. (Ex.: Enaliosauriens.)

» VI. Direction transversale, c'est-à-dire perpendiculaire au plan médian du corps, de la ligne de ces deux articulations. (Ex.: Mammifères terrestres.)

» VII. Flexion en arrière des deux articulations, l'une et l'autre à ligne transversale, et conséquemment projection en avant des deux saillies articulaires, et apparition d'un genou thoracique qui est la répétition fidèle du genou abdominal. (Ex.: Peltocéphale Tracaxa et autres Emydiens.)

» VIII. Opposition de l'articulation huméro-cubitale à l'articulation fémoro-tibiale, celle-ci continuant à se ployer en arrière, celle-là se ployant en avant, et opposant au vrai genou sa convexité devenue coude. (Ex. : La plupart des Reptiles, les Oiseaux et Mammifères terrestres.)

» IX. Comme addition complémentaire à la torsion humérale pour le renversement de la main en dehors, luxation complète du coude par un quart de rotation antéro-interne, la ligne intercondylienne humérale et la ligne intercondylienne radio-cubitale formant entre elles une croix au lieu d'être en coïncidence. (Ex.: Tortue du Cap.)

» X. Comme correction à la torsion de l'humérus et à l'inversion consécutive de

l'avant-bras et de la main, c'est-à-dire comme moyen mécanique de ramener l'extrémité du membre en avant, luxation incomplète du coude par rotation antéro-interne. (Ex. : Batraciens, Lézards, Crocodiles, Oiseaux.)

» XI. En vue du même résultat que ci-dessus, révolution radio-carpienne qui couche le radius sur le cubitus en sautoir, sa base d'un côté, sa tête de l'autre, appuyant par sa face ventrale sur la même face de l'autre os, et tournant sa face dorsale en avant, tandis que la face dorsale du cubitus regarde en arrière. (Ex. : La presque totalité des Mammifères terrestres, sauf les modifications graduelles ultérieurement survenues chez un grand nombre.)

» XII. Comme un troisième expédient de pronation, incurvation horizontale de l'humérus en demi-cercle, avec déchirure profonde de sa trochlée dans le sens de l'inflexion. Ce processus a pour effet de ramener l'avant-brás en avant dans son entier — à la différence de la rotation radio-carpienne, *qui laisse le cubitus en supination* — et sans bouleverser les positions réciproques de ces deux os, lesquels restent ainsi parallèlement et latéralement juxtaposés et d'aplomb, et présentant chacun sa face dorsale en avant, sa face ventrale en arrière, à l'instar de leurs homotypes, le tibia et le péroné. (Ex. : Monotrèmes.)

» XIII. Pouvoir de pronation et de supination facultatives par le libre jeu de la rotation radio-carpienne. (Ex. : Mégathérium, Marsupiaux, Lémuriens, Chats, Singes, Homme.)

» XIV. Pronation fixe par ankylose et soudure mutuelle, complète ou incomplète, des deux os de l'avant-bras. (Ex. : Tous les Mammifères ongulés et certains Onguiculés.)

» XV. Pronation fixe avec redressement vertical du radius en avant du cubitus. (Ex. : Hippopotame, Cochons, Ruminants, Chevaux, Chiens, Rongeurs.)

» XVI. Pronation fixe avec obliquité du radius comme dans la pronation libre. (Ex. : Mastodonte, Éléphant.)

» XVII. Atrophie et résorption du cubitus au profit du radius qui le supplante et devient l'unique colonne de sustentation. (Ex. : Ruminants, Chevaux.)

» XVIII. Transformation inverse consistant dans la réduction du radius à l'état de résidu organique, et dans une hypertrophie énorme du cubitus. (Ex. : Proboscidiens.)

» Les particularités morphologiques, sommairement indiquées ci-dessus, consistent, pour la plupart, en déformations d'un type primitif et régulier ; et quelques-unes de ces déformations sont telles qu'aux yeux de l'homme de l'art elles présentent les signes frappants de lésions chirurgicales caractérisées. Je ne puis ici m'étendre sur ce rapprochement, qui jette un jour bien étrange sur la genèse des formes spécifiques ; je me contente d'insister sur l'importance de ces indications de l'anatomie comparée des membres, en tant que criterium de ce que, dans la nouvelle langue de l'Histoire naturelle, on appelle la *diagnose phylogénique ;* me sera-t-il permis d'espérer que l'Académie voudra bien leur donner place dans la nomenclature morphologique de la Zoologie, c'est-à-dire assigner à chacune sa dénomination scientifique. »

M. **Edmond Perrier**, à l'occasion de la Communication de M. *Durand* (*de Gros*), présentée par M. Marey, s'exprime ainsi :

« Puisque le nom de M. Durand (de Gros) est prononcé devant l'Académie, je suis heureux de rendre à ce penseur distingué un hommage que je n'ai pu lui rendre lors de la publication de mon livre : *Les Colonies animales et la formation des organismes*, n'ayant connu que trop tard ses publications. M. Durand (de Gros) est l'un des premiers qui aient cherché à établir cette proposition : « Les Vertébrés ne sont pas des animaux simples, mais bien des animaux composés résultant de l'association d'un certain nombre d'individualités dont les vertèbres qui se répètent régulièrement d'une extrémité à l'autre du corps sont les indications les plus nettes ([1]). » Au moment où elle fut énoncée, cette proposition était le contre-pied formel de ce qu'enseignaient en France les naturalistes les plus éminents; elle se présentait sous une forme imprévue qui s'opposait à ce qu'elle fût bien comprise et soulevait l'incrédulité; elle passa inaperçue, bien que Geoffroy-Saint-Hilaire et Ampère eussent déjà songé à comparer la structure des Vertébrés à celle des Insectes et que Dugès eût publié, en 1831, son remarquable Mémoire sur la *Conformité organique dans le règne animal*. On sait cependant aujourd'hui que les répétitions ne se bornent pas aux vertèbres dans le corps des Vertébrés; les nerfs, les vaisseaux et les muscles du tronc, les néphridies mêmes de certains embryons se répètent exactement comme les vertèbres et les côtes, et il serait désormais d'autant plus difficile de contester la constitution segmentaire du corps des Vertébrés que l'Embryogénie nous fait assister à l'apparition graduelle des segments qui le composent. Les segments des Vertébrés sont eux-mêmes exactement comparables au point de vue du mode de constitution du corps à ce que Moquin-Tandon appelait les *zoonites* des Arthropodes et des Vers. Chez les Insectes et les autres Arthropodes (les *mérides* de mes *Colonies animales*) ces zoonites sont inséparables et ne paraissent constituer que les parties d'un même tout; au contraire, si l'on passe aux Vers, on trouve que chez un certain nombre d'entre eux la solidarité des segments est singulièrement relâchée. Le corps peut se dissocier en groupes de segments susceptibles de constituer de nouveaux individus (*Lumbriculus*); cette dissociation peut être précédée de la formation d'une tête et d'une queue, de sorte que les groupes de segments (*zoïdes*) au mo-

---

([1]) *Bulletins de la Société d'Anthropologie*; 1869.

ment où ils se séparent sont déjà des individus complets (*Dero, Autolytus cornutus, Syllis hyalina*, etc.), et il arrive même que chaque segment puisse se constituer en un individu distinct (*Myrianis, Chœtogaster, Naïs, Stylaria*). Au moins dans les instants qui précèdent immédiatement la dissociation on ne saurait nier que les Vers dont nous venons de parler soient formés de plusieurs individualités distinctes, soient *polyzoïques*, au sens où M. Durand (de Gros) entendait ce mot. D'ailleurs dans le corps d'un Ver, les segments zoonites ou mérides sont, comme l'avait déjà vu Dugès, les équivalents des rameaux d'un Polype et l'histoire bien connue de l'Hydre d'eau douce nous montre ces rameaux capables de se détacher un à un, de vivre d'une vie indépendante, constituant, par conséquent, autant d'individualités distinctes.

» Si maintenant, au lieu de descendre, comme nous venons de le faire, du composé au simple; au lieu de nous borner à comparer entre elles les parties constitutives du corps des animaux; de nous arrêter pour ainsi dire à la statique animale, nous procédons en sens inverse; si nous cherchons à nous élever du simple au composé, à déterminer l'origine des parties que nous ne faisions que comparer tout à l'heure, si nous nous plaçons, en d'autres termes, au point de vue dynamique, nous constatons qu'un même phénomène simple, le *bourgeonnement*, donne naissance aux rameaux des Éponges et des Polypes, aux rayons des Méduses et des Étoiles de mers et aux segments des Vers.

» C'est le point de vue éminemment *explicatif* auquel je me suis placé dans mon Livre : *Les colonies animales*. Or, lorsqu'on suit en détail le développement de cette idée fondamentale, on arrive, quant au mode de constitution du corps des Vertébrés, précisément aux conclusions de M. Durand de Gros, et la méthode employée donne, ce qu'on ne trouve ni dans la doctrine de Darwin, ni dans celle de Haeckel, une explication absolument scientifique, puisqu'elle s'appuie uniquement sur un long enchaînement de faits, du processus de complication graduelle qui a présidé à l'évolution des organismes et les a conduits à la puissance physiologique qu'ils possèdent actuellement. Cette même méthode donne son véritable sens à la proposition de Serres : *L'Embryogénie n'est qu'une Anatomie comparée transitoire*, formule que Fritz Müller a étendue à la Paléontologie en disant : *Les formes successives que revêt un embryon ne sont que la répétition* ABRÉGÉE *des formes traversées par la série de ses ancêtres* et qui se trouve d'ailleurs implicitement comprise dans l'idée de Lamarck, que *La classification naturelle n'est en somme que l'arbre généalogique du*

règne animal. Ainsi se trouvent étroitement reliées par des liens rationnels ces quatre Sciences : l'*Anatomie comparée*, l'*Embryogénie*, la *Taxonomie* ou Science de la classification et la *Paléontologie*. En fait, tout l'effort de l'Embryogénie et de l'Anatomie comparée [1] s'est porté dans ces dernières années vers la démonstration de ce grand fait que les Vertébrés ne sont que le couronnement d'une série organique dont les Vers annelés étaient les premiers termes et qui a pour point de départ des animaux analogues aux Rotifères (Trochosphères); tout ce qui a été fait dans cette direction nous ramène à la proposition de M. Durand (de Gros), prise au sens dynamique. M. Durand (de Gros) peut donc être considéré comme un précurseur des doctrines qui tendent à s'établir aujourd'hui et il n'est que juste de lui attribuer la part d'honneur qui lui revient dans un mouvement qui s'opère en faveur d'idées qui lui sont chères, qu'il a pu croire mortes et à la renaissance desquelles il lui aura été donné d'assister. »

ZOOLOGIE. — *Sur une maladie des Langoustes*. Note de MM. **E. L. Bouvier** et **Georges Roché**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A la fin de novembre dernier, M. Guillard, de Lorient, avertit l'administration de la Marine qu'une épidémie sévissait sur les Langoustes conservées en viviers par les mareyeurs du Morbihan : la maladie était apparue au commencement d'octobre et, prenant de suite les proportions d'un véritable désastre, avait fait périr en deux mois plusieurs milliers de Crustacés. Préoccupé de connaître l'origine de la maladie, d'enrayer sa marche, si possible, et tout au moins de prévenir son retour dans l'avenir, M. Félix Faure, alors Ministre de la Marine, prescrivit qu'une enquête technique et scientifique fût immédiatement faite à ce sujet. Bien que les recherches issues de cette enquête ne soient pas terminées, nous croyons bon de publier dès aujourd'hui, dans l'intérêt des pêcheurs et des mareyeurs, les résultats généraux et les observations qui se dégagent des renseignements recueillis sur les lieux et des examens de laboratoire effectués jusqu'ici. Beaucoup de gens, sur la foi d'un renseignement erroné, ont voulu voir une corrélation entre l'épizootie faisant l'objet de cette Communication et les cas d'intoxication survenus l'été dernier à la suite de l'ingestion de Langoustes qui avaient subi un commencement de décomposition avant ou

(1) Voir surtout les recherches de Semper, Balfour, Dohrn, Houssay, etc.

après la cuisson. En ce moment encore, le commerce de la Langouste, dont la pêche aventureuse occupe en France une nombreuse population de marins, souffre du discrédit jeté inconsidérément sur ses produits. Il n'est donc pas inutile de rappeler que l'épizootie n'a débuté que très postérieurement aux empoisonnements dont nous parlons et d'affirmer que, si elle a causé un grave préjudice aux gens de mer, elle n'a présenté absolument aucun danger pour l'hygiène publique.

» C'est un mareyeur de Quiberon qui s'aperçut le premier de l'invasion du mal; il reconnut que les Langoustes de ses viviers périssaient en grand nombre et constata, en même temps, que les animaux malades « paraissaient saigner aux articulations ». Quelques jours après, les mêmes faits étaient signalés par les autres mareyeurs de la même localité, puis par ceux du Palais (Belle-Isle-en-Mer), de Groix et de Lomener (près de Lorient).

» Il résulte de nos observations que la maladie se manifeste à l'extérieur par des crevasses fréquemment œdémateuses qui envahissent les deux premières articulations des pattes, la face inférieure de l'abdomen et surtout les cinq lamelles de la rame natatoire caudale; dans certains cas, les fausses pattes abdominales sont également atteintes. Il est exact que les Langoustes malades perdent leur sang et nous pouvons ajouter que c'est par les crevasses qu'il s'écoule pour venir se coaguler à l'air; certaines de ces crevasses paraissent se cicatriser, mais la plupart s'étendent en détruisant les tissus voisins et facilitant l'émission sanguine qui amène, au bout de quelques jours, la mort de l'animal.

» A l'autopsie, les Langoustes malades paraissent ne différer en rien de celles qui sont indemnes. Mais, si l'on pratique des coupes dans les régions ulcérées, on arrive à mettre en évidence, au sein même des tissus, de nombreuses colonies bactériennes qui se colorent parfaitement par la méthode de Gram ou par le bleu de Kühne. Ces colonies sont constituées par un cocco-bacille assez large; comme elles abondent surtout au voisinage des lacunes sanguines, en des points où les rubans chromatiques des globules sanguins sont fréquemment dissociés, nous avons craint longtemps de les confondre avec ces débris nucléaires; mais MM. Metschnikow et Borelli ont parfaitement reconnu le microbe, signalé plus haut, sur des coupes que nous leur avons présentées et qu'ils avaient colorées en violet par la thionine. Au reste, nous croyons avoir réussi à cultiver le cocco-bacille dans la gélatine peptone; si les inoculations que nous allons tenter viennent confirmer cette présomption, le microbe des Langoustes malades serait mobile, dépourvu de toute propriété chromogène et liquéfierait la gélatine. Il ne paraît pas être soumis à la phagocytose et c'est là, vraisemblablement, ce qui explique la gravité de l'épizootie.

» Le mal sévit uniquement sur les animaux que l'on conserve dans des viviers (radeaux ou anfractuosités de rochers), en attendant qu'ils soient livrés à la vente; les causes que lui assignent les gens de mer sont : l'emploi d'appâts plus ou moins décomposés; la corruption des eaux littorales (où

sont installés les viviers) par les déchets de l'industrie sardinière; la température trop élevée de ces eaux durant le dernier automne; enfin, la contamination par des Langoustes espagnoles venues malades de leur point d'importation. Aucune de ces explications ne nous paraît satisfaisante : la maladie, en effet, n'a nullement sévi dans les viviers des localités bretonnes où la pêche se pratique sur les mêmes fonds (Le Croisic) ou avec les mêmes appâts (Finistère) qu'à Quiberon; elle n'a fait son apparition, l'automne dernier, ni à Concarneau, ni dans aucun autre port du Finistère où se pratique l'industrie sardinière; par contre, elle paraît avoir ravagé, il y a quelques années, les localités de l'Aberwrach ([1]) et de Roscoff où n'existe pourtant aucune friturerie de sardines; quant aux Langoustes espagnoles elles paraissent mieux résister au mal que les Langoustes indigènes et, d'ailleurs, n'ont nullement souffert cette année à Camaret, l'Aberwrach et Roscoff.

» Pour nous, la source première du mal serait la dépression organique causée chez les Langoustes par les conditions biologiques défavorables qu'elles rencontrent dans les viviers, dépression qui aurait facilité l'invasion du microbe en lui offrant un terrain de culture approprié à son développement. Parmi ces conditions biologiques mauvaises, il y a lieu de signaler l'entassement des Langoustes dans les viviers et la privation presque complète, sinon complète, de nourriture qu'on leur impose; mais on doit placer au premier rang, ce nous semble, les différences considérables qui existent entre la pression et la température dans les viviers et celles que supportent les Langoustes par les fonds de 25^m à 80^m où elles vivent normalement. Il ne sera pas inutile de rappeler, à ce sujet, que les Crustacés presque littoraux, comme les Homards, sont restés parfaitement indemnes dans les viviers où un simple grillage les séparait des Langoustes malades, et que l'invasion de l'épizootie a coïncidé avec une période de chaleur inaccoutumée, rendue plus sensible par la morte-eau. Au reste, les études bactériologiques, que nous avons entreprises, nous permettront sans doute d'établir, avec plus de précision, la nature exacte du mal, son origine et son processus de contamination.

» Pour terminer, disons que l'épidémie des Langoustes n'existe plus et affirmons de nouveau qu'elle n'a exercé aucune influence défavorable sur

---

([1]) M. Fabre-Domergue nous a dit avoir observé dans cette localité, en 1891, des animaux présentant les caractères extérieurs de cette épidémie, qui a, d'ailleurs, sévi à Quiberon en 1885 et 1889, aux dires des mareyeurs.

l'hygiène publique. Dès que les mareyeurs, en effet, s'aperçurent du mal, ils soumirent à la cuisson, avant qu'ils fussent morts, les animaux attaqués, et les vendirent à bas prix aux habitants de la côte; les Langoustes de cette provenance ont été consommées en grand nombre dans le Morbihan, l'année dernière, et n'ont jamais causé le moindre mal à la population. »

ZOOLOGIE. — *De la formation de la coquille dans les Mollusques*. Note de M. **Moynier de Villepoix**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 juillet 1891, ainsi que dans mon Mémoire sur la *Formation et l'accroissement de la coquille des Mollusques*, j'ai décrit, d'après mes propres observations, le mode d'accroissement du test chez *Helix aspersa,* pensant être le premier à signaler ces phénomènes.

» J'ai été à même de constater depuis, que MM. E. Mer et Longe, dans une Communication à l'Académie, en date du 12 avril 1880, intitulée *De la formation de la coquille dans les Helix*, ont donné de l'appareil producteur du test des Hélicides une description complète, avec laquelle mes observations concordent presque entièrement.

» MM. Longe et Mer attribuent à la glande que j'ai appelée *bandelette palléale,* et qu'ils désignent sous le nom de *coin épithélial*, l'unique fonction de sécréter la cuticule. Sur ce point seulement existe un léger désaccord. J'ai pu constater, par l'action des réactifs (oxalate d'ammoniaque), la présence du calcaire dans cette glande, et je suis porté à lui attribuer, comme je l'ai fait dans mon Mémoire, un rôle mixte. Cette glande sécréterait à la fois de la chaux et de la matière organique. Le fait n'a rien d'invraisemblable, puisque j'ai montré que le ligament des bivalves est imprégné de calcaire à l'état diffus, et que d'autre part (ainsi que je le fais remarquer à la page 75 de mon Mémoire) il est facile de reconnaître que les cellules de la bandelette palléale sont des cellules épithéliales modifiées dérivant de l'épithélium palléal qui sécrète la couche calcaire de la coquille. Il est donc assez naturel de leur attribuer un rôle mixte et de considérer la bandelette palléale comme contribuant à la *formation* et à la *minéralisation* de la cuticule, sinon à la production de la couche calcaire. De nouvelles recherches seraient peut-être nécessaires pour éclaircir complètement ce dernier point.

» Quoi qu'il en soit d'ailleurs, j'ignorais les travaux de MM. Mer et Longe, et je m'empresse de leur restituer, à cet égard, la priorité qui leur appartient.

» En ce qui concerne particulièrement cette partie de l'*appareil cutogène* de MM. Mer et Longe, que j'ai appelée *bandelette palléale*, je puis ajouter qu'elle n'est pas spéciale au genre Helix : je l'ai retrouvée chez les Gastéropodes aquatiques et principalement chez *Paludina vivipara*, avec les mêmes caractères et la même disposition. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la diffusion des parfums.* Note de M. JACQUES PASSY.

« Lorsqu'on dispose dans une enceinte fermée des corps différents, tels que de l'eau, des résines, des huiles, des fragments de papier ou de métaux, et qu'on y introduit un corps odorant, tel qu'un papier trempé dans une solution de musc ou de vanilline, on constate qu'au bout d'un certain temps tous les corps ont contracté l'odeur caractéristique du musc ou de la vanilline. On peut démontrer que cette odeur est bien due à la diffusion dans l'atmosphère, et à la fixation, par les différents milieux, du parfum primitif. C'est ainsi qu'un tissu qui a contracté le parfum de la vanilline résistera à l'action des lavages répétés, tandis que l'action des bisulfites alcalins détruira l'odeur immédiatement. Les quantités fixées sont fort différentes pour les différents milieux; mais le rapport des quantités fixées par ces différents milieux reste le même d'une expérience à l'autre. Il semble que le parfum fixé par les corps solides s'y trouve à l'état de dissolution. Les raisons qu'on peut invoquer sont les mêmes que celles qu'on a données pour expliquer les phénomènes de teinture.

» De même que la fuchsine cristallisée est verdâtre, à reflets métalliques, et ne manifeste sa couleur pourpre caractéristique qu'en dissolution, de même la coumarine, par exemple, ne présente pas à l'état cristallisé l'odeur caractéristique de cette substance, et il est permis de supposer que les tissus parfumés la contiennent en dissolution.

» En résumé, comme cela paraît certain *a priori*, toute production d'odeur s'accompagne de la diffusion dans l'atmosphère et de l'apport à la muqueuse olfactive d'une substance odorante, dont la présence peut être décelée par l'emploi d'un agent chimique approprié, qui, détruisant cet individu chimique, détruit en même temps l'odeur correspondante. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur les exigences de la Vigne.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Dehérain.

« La Vigne, comme tous les végétaux, doit trouver, dans le sol, les matières fertilisantes nécessaires à l'élaboration de ses organes; elle les emprunte à la terre elle-même ou aux fumures qu'on lui donne. On connaît les exigences de la plupart des plantes cultivées; celles de la Vigne n'avaient été étudiées qu'imparfaitement ([1]), et les conditions si différentes de sa culture et de la production du vin dans les diverses régions de la France ne permettaient pas de généraliser des observations incomplètes et isolées.

» Le travail d'ensemble que j'ai exécuté, dans les exploitations des principaux centres viticoles, est destiné à fournir des notions précises sur l'application judicieuse des engrais, dans les diverses conditions de culture et de production. Il a été poursuivi, pendant six ans, sur de grands et nombreux vignobles, dont les pratiques culturales variaient suivant la région.

» Il est difficile de résumer les résultats obtenus dans le cours de ce travail : ils se traduisent surtout par des données numériques, auxquelles les viticulteurs peuvent avoir recours. Cependant, il s'en dégage quelques faits qui frappent par leur constance et qui méritent d'être mis en relief.

» La Vigne est certainement la culture qui offre le plus de variété dans sa production. Celles du Midi portent des récoltes abondantes et régulières. Là, les vignes françaises, conservées par la submersion ou plantées dans les sables, donnent annuellement 150^{hl}, 200^{hl} et même 300^{hl} de vin par hectare; les vignes greffées sur racines américaines, cultivées dans des plaines et dans des terrains accidentés, peuvent en donner 100^{hl} à 150^{hl}. Combien est grande la différence entre ces vignes à haute production et celles du Médoc, de la Bourgogne, de la Champagne, où les rendements moyens sont dix fois moindres, dépassant de peu 20^{hl}.

» Il semble naturel d'attribuer aux vignes si productives du Midi des besoins particulièrement grands en éléments nutritifs, azote, acide phosphorique, potasse et, par suite, une tendance à épuiser le sol ou à exiger d'abondantes fumures.

([1]) Boussingault, M. Marès.

» Ce n'est point là cependant ce qui ressort de mes observations et les exigences de ces vignes ne sont pas en rapport avec l'abondance de leurs récoltes.

» Le Tableau suivant montre quelles sont les quantités de matières fertilisantes absorbées par les divers organes de la Vigne, feuilles, sarments, fruits, et celles qui ont été mises en jeu par cette végétation annuelle pour l'obtention d'un hectolitre de vin. Les vignobles sont classés par régions et par types, avec l'indication des exploitations et des surfaces mises en expérience.

	Production moyenne par hectare.	Matières fertilisantes absorbées par hectare de vignes.			Matières fertilisantes absorbées pour la production d'un hectolitre de vin.		
		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.	Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Vignes du Midi.							
Vignes traitées par la submersion. (Saint-Laurent-d'Aigouzes, 32ha.)	hl 190	kg 57	kg 18	kg 56	kg 0,300	kg 0,095	kg 0,294
Vignes plantées dans les sables. (Jarras, près d'Aigues-Mortes, 161ha.)	133	59	17	62	0,443	0,127	0,541
Vignes de plaines. (Guilhermain et Candillargues, 384ha.)	130	71	15	49	0,546	0,115	0,376
Vignes de demi-montagne. (Verchant, Labrousse, 95ha.)	110	44	11	36	0,400	0,100	0,327
Vignes de montagne. (Saint-Georges, Bellevue, 222ha.)	80	41	11	40	0,512	0,137	0,500
Vignes du Roussillon.							
Vignes situées à l'aspre. (Mas Déous, 350ha.)	80	38	10	46	0,475	0,125	0,575
Vignes à l'arrosage. (Ste-Eugénie, 150ha)	105	48	12	37	0,457	0,114	0,352
Vignes en terrasses. (Banyuls, 2ha.)	25	18	4	19	0,720	0,160	0,760
Vignes du Médoc.							
Crus classés. (Châteaux Latour, Lafite, Brane-Cantenac, Yssan, 197ha.)	25	41	14	53	1,640	0,560	2,120
Crus bourgeois. (Château Beau-Site, Loudenne, 115ha.)	28	46	14	64	1,642	0,500	2,285
Palus. (Étoile Cantenac, Moulin-d'Yssan, 58ha.)	40	36	10	45	0,900	0,250	1,120
Vignes de St-Émilion et de Pomerol.							
(Châteaux St-Georges-Côte-Pavie, Bellefont, Gazin, 50ha.)	25	40	11	45	1,600	0,440	1,800

	Production moyenne par hectare.	Matières fertilisantes absorbées par hectare de vignes. Azote.	Ac. phosph.	Potasse.	Matières fertilisantes absorbées pour la production d'un hectolitre de vin. Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Vignes de la Bourgogne.							
Vins rouges. (Chambertin, Pommard, Beaune, Givry, 6^{ha}, 5.)	23 hl	25 kg	7 kg	27 kg	1,087 kg	0,304 kg	1,173 kg
Vins blancs. (Montrachet, 30^{ha}.)	18	26	6,5	22	1,444	0,361	1,222
Vignes du Beaujolais.							
(Villié-Morgon, 26^{ha}.)	50	39	11,5	47	0,800	0,280	0,940
Vignes de la Champagne.							
Vallée de la Marne. (Ay, Hautvillers, Pierry, Cramant, le Mesnil, 337^{ha}.)	23	46	11	50	2,000	0,478	2,174
Montagne de Reims. (Verzy, Verzenay, Bouzy, 64^{ha}.)	23	45	12	57	1,956	0,521	2,478

» Ces données permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Dans tous les vignobles, l'absorption de l'azote et de la potasse est beaucoup plus considérable que celle de l'acide phosphorique.

» 2° L'azote est absorbé en grande quantité par la vigne et, contrairement à des idées très répandues, les fumures azotées doivent intervenir; ce sont d'ailleurs celles dont l'action se fait le plus sentir.

» 3° Dans les vignobles du Midi, l'azote est absorbé en plus forte proportion que la potasse; dans ceux des régions plus septentrionales, c'est la potasse, au contraire, qui est absorbée plus abondamment. Dans ces dernières, c'est donc la potasse qui est la dominante de la vigne, tandis que dans le Midi c'est l'azote.

» 4° Malgré l'énorme différence qui existe dans les rendements, la vigne de la région méridionale n'exige pas une somme de matériaux nutritifs notablement supérieure à celle des vignes des climats plus tempérés.

» 5° La quantité des éléments fertilisants mise en jeu par la vigne, pour produire un hectolitre de vin, est trois ou quatre fois plus considérable dans les pays plus septentrionaux que dans le Midi. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les partitions anormales des fougères.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Chatin.

« D'un ensemble d'observations que j'ai eu l'honneur de soumettre antérieurement à l'Académie ([1]), j'avais conclu au caractère *purement accidentel, externe et passager de la cause qui s'abat, une année et pas l'autre, en un point et pas dans son voisinage, sur des individus d'espèces diverses, frappés au simple hasard des contiguïtés*.

» Cette thèse, il est vrai, fut combattue, à la suite d'une très intéressante étude anatomique, par M. de Bergevin ([2]), partisan obstiné d'une *propension naturelle* d'un *besoin inné de division* résultat d'une *force interne et purement physiologique*. Mais de nouveaux faits, que je demande la permission de citer, sont venus renforcer mes anciennes présomptions.

» Un arbrisseau de Verveine des parfumeurs (*Lippia citriodora* Kunth.), que j'observe dans mon jardin depuis plusieurs années, est, à chaque printemps, attaqué par

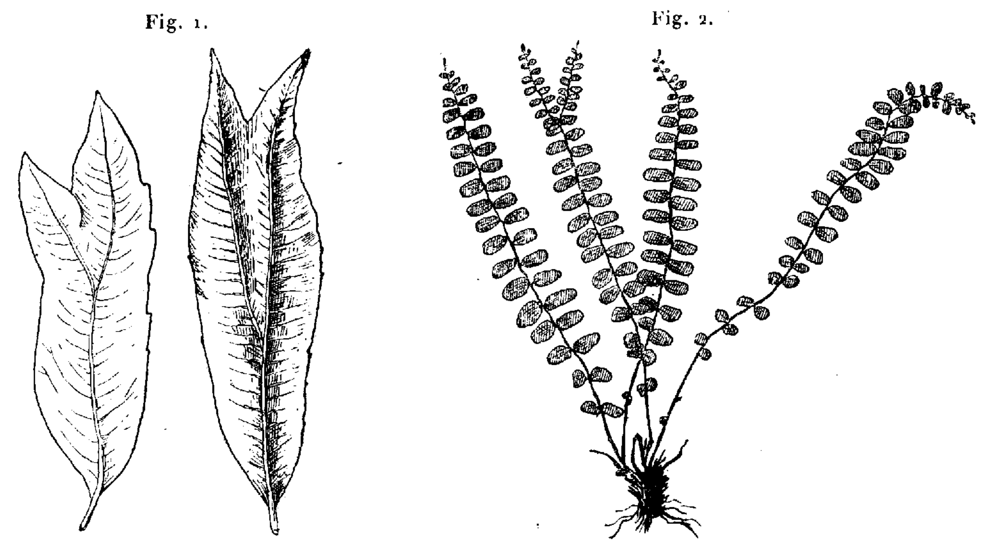

Fig. 1. — *Lippia citriodora* Kunth. — $\frac{5}{6}$.

Fig. 2. — *Asplenium trichomanes* L. — $\frac{1}{3}$.

une chenille qui, des petites feuilles naissantes, dévore largement les extrémités. Or, survienne à ce moment quelque grande pluie, et je suis sûr d'avoir bientôt, sur l'arbre, quantité de feuilles nettement bipartites (*fig.* 1). Qu'au contraire la végétation reste sans à-coup, et je ne retrouve ultérieurement, parmi la feuillaison terminée,

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 120; 5 juillet 1889.

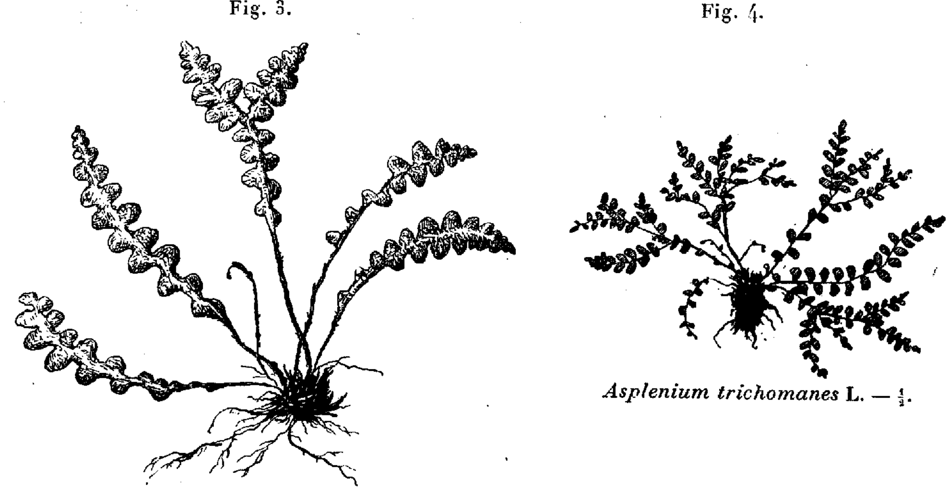
([2]) *Bull. de la Soc. des Sc. Nat. de Rouen*, 2e semestre, p. 452; 1889.

que quelques demi-feuilles normalement accrues et cicatrisées en cœur autour de leur moignon de nervure, plus ou moins largement débordé.

» Au lieu d'une chenille, supposons pour les fougères un parasite, microscopique au besoin, et l'on comprendra pourquoi, en certaines années seulement, on trouve réunies, comme par taches, au milieu de plantes saines, les partitions les moins communes des espèces les plus diverses.

» C'est ainsi que le 30 mai 1893, je récoltais près de Contes-les-Pins (Alpes-Maritimes), dans un rayon de quelques mètres, deux beaux exemplaires bifurqués d'*Asplenium trichomanes* L. (*fig.* 2) que, depuis des années, je recherchais vainement, et un autre de *Ceterach officinarum* L. (*fig.* 3) que j'avais fini par croire absolument inexistant, faute d'en avoir pu touver mention dans les livres ou herbiers spéciaux.

Fig. 3. Fig. 4.



Asplenium trichomanes L. — ½.

Ceterach officinarum C. Banh. — ½.

» Le 10 août de la même année, à Lausanne (Suisse), je trouvais encore, réunies sur un même pan de mur, trois partitions d'*Asplenium trichomanes*, et, huit jours plus tard, sur la terrasse des Charmettes, la campagne habitée par J.-J. Rousseau près de Chambéry, plusieurs pieds à frondes non seulement bifurquées mais véritablement rameuses (*fig.* 4).

» Dans aucune de ces circonstances, la trouvaille ne s'étendait en dehors d'un cercle parfaitement restreint; et jamais, une autre année, je n'ai pu la renouveler.

» Il me paraît donc de plus en plus probable que l'une au moins des causes qui modifient, chez les Fougères, la force *physiologique*, *interne* d'expansion foliacée, doit être externe, locale, accidentelle. Il serait heureux qu'elle pût, un jour, être prise sur le fait. »

M. V. **Ducla** adresse un Mémoire relatif aux constantes calorimétriques des divers corps, rapportées à l'unité de volume.

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « sur l'analogie entre le gâteau d'argent fin, après expulsion de l'oxygène, et les régions volcaniques de la Lune ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1895.

(*Suite.*)

Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle. Année 1895. N° 1. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série. Tome VI. Toulouse, Douladoure-Privat, 1894; 1 vol. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Janvier 1895. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1895. Janvier. Cracovie, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin météorologique de l'Observatoire Impérial de Constantinople. Année 1894. Constantinople, 1895; 1 fasc. in-4°.

Icones fungorum ad usum Sylloges saccardianæ adcommodatæ auctore A.-N. Berlèse. Vol. II. Fasc. I. Patavii Florentiæ, 1895; 1 vol. in-8°.

Results of observations of the fixed stars, made with the Meridian circle at the government observatory Madras in the years 1883, 1884, 1885, 1886 *and* 1887. Vol. VIII. Madras, 1894; 1 vol. in-4°.

Astronomische Mittheilungen von der königlichen sternwarte zu Göttingen herausgegeben von Dr Wilhelm Schur. Göttingen, 1891; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 février 1895.)

Note de M. *G. Lippmann*, Sur la mesure du temps en Astronomie, etc. :

Page 407, Note, *au lieu de* pour la Photographie, *lisez* par la Photographie.

Note de M. *A. Ponsot*, Abaissement du point de congélation, etc. :

Page 434, ligne 15, formule (2), *au lieu de* R_1, *lisez* R_s.
Même page, ligne 20, formule (3), *au lieu de* R_2, *lisez* R_e.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. **Darboux** présente à l'Académie la médaille exécutée par notre Confrère M. Chaplain, en l'honneur du cinquantenaire de l'entrée de M. Joseph Bertrand dans l'Enseignement. Cette médaille porte au revers l'inscription suivante : « A Joseph Bertrand, Membre de l'Académie Française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, pour honorer cinquante années de dévouement à la Science et à l'Enseignement, ses élèves, ses admirateurs, ses amis. Mars 1844-1894 ».

CHIMIE. — *Sur l'argon;* par M. **Berthelot**.

« M. W. Ramsay ayant eu l'obligeance de m'adresser un petit échantillon du nouveau gaz, je l'ai soumis à divers essais et j'ai reconnu qu'il

pouvait entrer en combinaison avec certains composés organiques, notamment avec la vapeur de benzine, sous l'influence de l'effluve électrique. Je publierai, la semaine prochaine, les détails de cette expérience. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur les courbes définies par une équation différentielle du premier ordre.* Note de M. **Émile Picard.**

« 1. La discussion, dans le voisinage d'un point singulier, des courbes définies par une équation différentielle du premier ordre, a fait l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels il faut d'abord citer les travaux classiques de M. Poincaré. Ayant traité récemment ce sujet dans mon cours, j'ai été amené à faire quelques remarques qui, quoique très simples, ne sont pas sans intérêt. En supposant le point singulier à l'origine, prenons une équation de la forme

$$(1)\qquad \frac{dx}{ax+by+\ldots}=\frac{dy}{a'x+b'y+\ldots},$$

les termes non écrits étant de degrés supérieurs au premier. La nature de la singularité dépend, comme on sait, des racines de l'équation du second degré en λ

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} a-\lambda & b \\ a' & b'-\lambda \end{vmatrix}=0.$$

» Si les racines, supposées distinctes, de cette équation sont réelles et de même signe, toutes les courbes intégrales approchant suffisamment de l'origine passent par ce point et y ont une tangente déterminée. On a alors ce que M. Poincaré appelle un *nœud*.

» Si les racines sont imaginaires (leur rapport n'étant pas égal à -1), toutes les courbes intégrales approchant suffisamment de l'origine ont ce point comme point asymptote, et on a alors un *foyer*.

» Enfin, si les racines de (2) sont réelles et de signes contraires, on trouve facilement que deux courbes intégrales passant à l'origine, et il est aisé de voir qu'en ce point, qui est alors dit un *col*, il ne passe pas d'autre courbe intégrale *ayant une tangente déterminée*. Une lacune subsiste toutefois dans cette théorie; on n'a pas démontré, je crois, qu'il n'existe pas de courbe intégrale se rapprochant indéfiniment de l'origine sans y arriver avec une tangente déterminée. La démonstration n'est pas abso-

lument immédiate, car on n'a pas ici, comme dans les cas précédents, une forme analytique de l'intégrale générale dans le voisinage de l'origine.

» Pour faire la démonstration, remarquons d'abord que les deux courbes intégrales passant par un col, dont nous venons de parler, ayant leurs tangentes distinctes et un point simple à l'origine, on peut faire un changement de variables tel que les axes des x et des y soient les intégrales précédentes. L'équation différentielle aura alors nécessairement la forme

$$\frac{dx}{x(\lambda_1 + \ldots)} = \frac{dy}{y(\lambda_2 + \ldots)},$$

les termes non écrits s'annulant à l'origine, λ_1 et λ_2 désignant les racines de (2).

» Il est d'abord évident que, dans la région autour de l'origine où les séries des dénominateurs convergent, une courbe intégrale ne peut rencontrer l'axe des x ou l'axe des y. Si, en effet, une intégrale rencontre l'axe des y au point ($x = 0$, $y \neq 0$), elle sera tangente en ce point à l'axe des y et devra, par suite, coïncider avec lui. Ceci posé, envisageons une courbe intégrale passant à l'origine ou s'en rapprochant indéfiniment, et distincte de Ox et Oy. Nous pouvons supposer que, depuis un certain point, elle est dans le premier quadrant. Suivons la courbe depuis ce point jusqu'à l'origine; si P désigne le point mobile de la courbe, le rayon vecteur OP tourne toujours dans le même sens autour de l'origine O, car autrement, pour la position de P correspondant à ce changement de sens, la droite OP serait tangente en P à la courbe, et l'on aurait pour les coordonnées de ce point

$$\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y}$$

et, par suite,

$$\frac{1}{\lambda_1 + \ldots} = \frac{1}{\lambda_2 + \ldots},$$

égalité impossible.

» Supposons, par exemple, que OP marche constamment dans le sens de Ox vers Oy; quand P tendra vers l'origine, OP *aura nécessairement une limite,* puisque la direction OP marche toujours dans le même sens et ne peut dépasser Oy, d'après ce que nous avons dit plus haut.

» Il est donc établi que *la courbe intégrale considérée a une tangente à l'origine,* et il en résulte immédiatement qu'il n'y a pas d'autres courbes intégrales passant à l'origine ou s'en rapprochant indéfiniment que les deux courbes indiquées.

» 2. Nous venons de considérer une équation différentielle du premier ordre et du premier degré. Une étude analogue doit être faite pour les équations de degré supérieur; elle est très facile si l'on se borne à étudier les cas où les courbes intégrales ont une tangente déterminée au point singulier. Les discussions deviennent, au contraire, plus délicates si l'on veut envisager toutes les possibilités qui, *a priori*, pourraient se présenter. J'ai fait cette discussion pour l'équation du second degré

$$(ax + by + \ldots)\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 2(a_1x + b_1y + \ldots)\frac{dy}{dx} + (a_2x + b_2y + \ldots) = 0,$$

où les termes non écrits sont de degrés supérieurs au premier en x et y. Il s'agit d'étudier toutes les courbes intégrales de cette équation différentielle passant à l'origine ou s'en rapprochant indéfiniment. *En se bornant au cas général*, c'est-à-dire en supposant qu'il n'existe pas, entre les a et les b, de relation particulière d'égalité, on arrive à la conclusion que *toutes ces courbes ont nécessairement une tangente déterminée à l'origine*. J'en donnerai ailleurs la démonstration, qui est un peu minutieuse. Ce cas général de l'équation du second degré est donc relativement plus simple, en ce qui concerne la forme des courbes, que le cas de l'équation du premier ordre, où le point singulier peut être un point asymptote (cas d'un foyer).

» On sait qu'il y a de nombreux problèmes de Géométrie conduisant à une équation de la forme précédente; telle est, par exemple, la recherche des lignes de courbure d'une surface passant par un ombilic de cette surface. Les résultats énoncés à leur sujet n'étaient peut-être pas établis avec toute la rigueur désirable; le théorème précédent permet de les compléter. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse totale de Lune du 11 mars courant.* Note de M. J. Janssen.

« Les éclipses totales de Lune ont repris, ainsi que je le disais ici même il y a quelques années, un véritable intérêt, en raison des moyens nouveaux d'étude que l'analyse spectrale et la photographie mettent actuellement entre nos mains.

» A Meudon, nous nous étions préparés pour des observations, photographiques et spectroscopiques de l'éclipse totale qui eut lieu cette nuit.

Pendant la totalité, nous avons aperçu la Lune à de rares intervalles et chaque fois seulement pendant quelques instants. Son disque était visiblement moins rouge que pendant les éclipses que j'ai eu l'occasion d'observer, ce qui tient évidemment à ce que notre satellite, cette fois-ci, a traversé une partie du cône d'ombre où pénétraient beaucoup moins de rayons réfractés par l'atmosphère terrestre.

» Il y a tout un programme d'intéressantes études à faire actuellement pendant les éclipses totales de Lune; mais ces études demandent que, pendant la production du phénomène, le ciel reste très pur, et c'est ce qui arrive rarement en un même point du globe pour une succession d'éclipses embrassant une période un peu longue permettant un ensemble d'études. Il est donc très désirable que les astronomes-physiciens qui sont actuellement répartis sur les principales régions du globe veuillent bien ne pas négliger des observations qui peuvent conduire à de très importants résultats, touchant la constitution de notre atmosphère.

» Ces observations se rapportent principalement à la photographie et à l'analyse spectrale.

» La photométrie photographique peut nous instruire sur la quantité de lumière que le globe lunaire nous envoie quand il est placé en un point déterminé du cône d'ombre et, par suite, nous faire connaître les effets de réfraction et d'absorption de l'atmosphère terrestre, pour les régions de cette atmosphère qui prennent part au phénomène.

» En même temps, l'analyse de cette lumière complétera et éclairera ces premières indications.

» Je crois qu'on pourrait tirer de ces observations, bien conduites, de précieuses lumières sur la constitution des hautes régions de l'atmosphère terrestre, encore si mal connue.

» Il est, en outre, une question relative à la constitution du spectre de bandes de l'oxygène, qui peut être très utilement abordée ici.

» Les bandes du spectre de l'oxygène se retrouvent dans le spectre solaire, au lever et au coucher de cet astre, et il y a là une des preuves les plus manifestes que ces bandes, d'abord découvertes à l'aide de colonnes gazeuses d'oxygène, ne sont pas dues à des impuretés ou à de petites quantités de gaz étrangers; mais, pour certaines d'entre elles, la manifestation même à l'horizon est assez difficile. Or, comme la lumière solaire qui pénètre dans le cône d'ombre pendant les éclipses totales de Lune a traversé une épaisseur atmosphérique double de celle que traverse pour

nous cette lumière au lever ou au coucher du Soleil, elle sera très propre à mettre en évidence ces bandes de difficile production.

» Il y aura seulement à lutter ici contre la faiblesse de cette lumière réfléchie alors par le globe lunaire. Il faudra donc employer des dispositifs optiques donnant beaucoup de lumière.

» Je n'insiste pas davantage aujourd'hui. J'aurai peut-être l'occasion de revenir sur cet intéressant sujet. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les pertes d'azote entraîné par les eaux d'infiltration.* Note de M. SCHLŒSING.

« Parmi les questions dont l'étude exige des dosages d'acide nitrique dans les eaux, il en est une qu'on a peu étudiée jusqu'à ce jour, et qui cependant ne manque pas d'intérêt : c'est la question de la déperdition moyenne, par hectare, de l'azote entraîné par les eaux d'infiltration traversant une très grande étendue de territoire.

» On a publié un grand nombre d'analyses d'eaux de drainage; dernièrement, notre confrère, M. Dehérain, à la suite d'importantes recherches poursuivies dans les champs de Grignon et dans ses cases de végétation, insistait sur l'utilité des cultures d'automne, pour l'emploi de nitrates qui, sans elles, sont entraînés par les pluies de l'arrière-saison. Mais ses déterminations, comme la plupart de celles que nous connaissons, ont été obtenues dans des cas particuliers, où la nitrification est plus active que dans nos terres en place; M. Dehérain n'a pas manqué de le faire observer, en sorte qu'on ne peut pas en déduire une réponse à la question posée au début de cette Note.

» Ce sont les rivières, drains naturels où aboutissent les eaux d'infiltration, qui reçoivent en définitive l'azote ravi à la terre végétale, et c'est dans leurs eaux qu'il convient, me semble-t-il, de le chercher, si l'on s'en tient aux pertes d'azote dues exclusivement aux eaux infiltrées, en négligeant celles qui peuvent résulter du ruissellement des eaux pluviales à la surface des sols.

» La recherche se réduit à celle de l'acide nitrique. En effet, bien que les eaux d'infiltration, à leur sortie de la couche végétale, emportent, outre les nitrates, des matières organiques qui les colorent en jaune et parfois des traces d'ammoniaque, ces composés sont brûlés et leur azote est nitri-

fié, après un certain trajet dans les profondeurs du sol, pourvu que les eaux ne soient pas absolument dépourvues de bicarbonate de chaux, et qu'elles trouvent en elles ou dans le sol l'oxygène nécessaire; c'est le cas général, puisque les eaux de source et les nappes souterraines sont presque toujours incolores et oxygénées.

» Dans certaines circonstances l'oxygène fait défaut; par exemple, quand les eaux traversent des terrains réducteurs où abondent les matières organiques, ou bien des formations géologiques à minéraux oxydables, comme il arrive pour les eaux des puits de Grenelle et de Passy, dans lesquelles Peligot n'a trouvé ni oxygène, ni nitrates, et qui contiennent, au contraire, du bicarbonate ferreux. Mais ces circonstances sont exceptionnelles, et il est permis de n'en pas tenir compte, lorsqu'on ne cherche sur les pertes d'azote par les eaux qu'une première approximation.

» J'admets donc que les nitrates ne subissent pas de déchet sensible pendant leur trajet dans les terrains. Mais il n'en est plus ainsi quand ils sont parvenus dans les rivières : ils y deviennent l'aliment des tourbes, des plantes qui garnissent leur fond et leurs bords et des algues qui vivent dans leurs eaux. Il s'en fait ainsi, par la végétation aquatique, une consommation qui n'est probablement pas négligeable, mais que l'on n'a pas cherché à évaluer.

» Pour éviter cette cause d'incertitude, il faudrait déterminer l'acide nitrique dans les eaux souterraines au moment où elles se déversent dans les rivières.

» En attendant que la question des pertes d'azote par les eaux d'infiltration soit traitée avec la précision désirable, il est possible de lui apporter d'utiles contributions par des mesures obtenues en certains cas particuliers où l'influence de la végétation aquatique peut être négligée, par exemple pendant une période de froid rigoureux, comme celle que nous venons de traverser. Après plusieurs semaines, pendant lesquelles la température s'est maintenue bien au-dessous de zéro, on pouvait être assuré que nos rivières ne recevaient aucun apport d'eau de ruissellement, et s'alimentaient uniquement par des eaux souterraines provenant des infiltrations de la pluie dans les sols. On était également en droit de penser que la végétation aquatique bien allanguie, sinon suspendue, ne consommait guère de nitrates. Ainsi l'occasion se présentait, et je l'ai saisie avec empressement, de doser l'acide nitrique dans les cours d'eau, avec l'assurance d'obtenir les titres nitriques moyens des eaux d'infiltration de leurs bassins.

» J'ai opéré sur l'eau de Seine, prise en trois points : à Paris, en aval du pont des Invalides; à Charenton, au-dessus de la Marne; à Montereau, au-dessus de l'Yonne;

» Sur l'eau de la Marne, prise en amont de son confluent avec la Seine;

» Sur l'eau de l'Yonne, prise aussi en amont de son confluent;

» Sur l'eau de l'Oise, prise à Pontoise.

» J'ai aussi déterminé l'acide nitrique dans les trois eaux de source qui alimentent Paris : la Vanne, la Dhuis, l'Avre.

» Les dosages ont été faits sur 4^{lit}; ils sont rapportés à 1^{lit} dans le Tableau suivant :

Eau de Seine.

	Dates des prises.	Acide nitrique dans 1^{lit}.	Azote équivalent.
		mgr	mgr
Paris...............	9 février	8,08	2,09
»	13 »	8,88	2,31
»	19 »	8,67	2,25
»	23 »	8,71	2,26
Montereau..........	16 »	7,66	1,99
»	27 »	8,04	2,08
Charenton..........	15 »	9,84	2,55
»	28 »	10,59	2,75

» Boussingault avait déduit un titre moyen de 6^{mgr} d'acide nitrique, de 11 déterminations faites dans l'eau de Seine prise à Paris entre le 29 novembre 1856 et le 21 janvier 1857. Le titre moyen fourni par les chiffres précédents est sensiblement plus élevé.

Eau de la Marne.

	Dates des prises.	Acide nitrique dans 1^{lit}.	Azote équivalent.
		mgr	mgr
Charenton..........	14 février	9,01	2,34
»	28 »	7,80	2,02

Eau de l'Yonne.

Montereau..........	16 »	8,54	2,21
»	27 »	9,73	2,52

Eau de l'Oise.

Pontoise............	19 février	10,68	2,78
»	1er mars	9,38	2,43

Eaux des sources amenées à Paris.

Eau de Vanne.......	4 mars	10,08	2,61
» Dhuis.......	8 mars	11,03	2,86
» Avre.......	7 mars	11,87	3,08

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans ce Tableau, c'est l'uniformité des titres nitriques, du 14 au 28 février, de la Seine et de ses trois affluents principaux. Par conséquent, dans leurs quatre bassins, les eaux souterraines avaient alors à peu près un même titre moyen. Cependant, les débits de ces eaux ont varié, comme on va le voir, pour le moins dans le rapport de 2 à 1.

» M. G. Lemoine, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, savant bien connu de l'Académie, a bien voulu calculer les débits des quatre rivières les jours où les prises pour analyse ont eu lieu. Je lui en adresse ici mes plus vifs remercîments.

» Pour les débits de la Seine à Paris, le niveau des eaux ayant été relevé par des embâcles et accumulations de glace, les formules en usage n'ont pu être appliquées.

» Les débits à Montereau, ceux de la Marne, de l'Yonne et de l'Oise, aux points de leurs cours déjà indiqués, ont pu être calculés avec une approximation suffisante pour l'usage que j'en désirais faire; les voici :

Seine, en amont de l'Yonne...	16 février.....	80 mc	
	27 »	30	
Yonne......................	16 »	30	
	27 »	»	(barrage relevé en amont)
Marne......................	14 »	120	
	28 »	55	
Oise......................	19 »	167	
	1er mars......	96	

» Quel que soit le degré d'exactitude de ces mesures, il demeure certain que les débits des quatre rivières ont baissé de plus de moitié du 14 au 28 février; cependant les eaux souterraines ont conservé un titre nitrique à peu près constant, comme si leur constitution chimique avait été indépendante de leurs débits. Nous savons déjà que les titres hydrométriques des sources et nappes souterraines importantes ont une certaine fixité, malgré les variations incessantes de la tension du gaz carbonique dans la couche végétale, et celles qui en résultent dans la teneur des eaux d'infiltration en bicarbonates terreux; mais ces variations s'éteignent dans les réservoirs souterrains comme dans de vastes régulateurs. Il en doit être pour les nitrates de même que pour les bicarbonates : c'est un point sur lequel il sera facile d'être fixé par l'examen suivi de quelques sources bien choisies.

» Je terminerai cette Note en présentant des estimations des pertes d'azote des sols, déduites des dosages énumérés ci-dessus. Ces estimations devront être évidemment rectifiées, à mesure que se préciseront les renseignements sur les quantités d'acide nitrique contenues dans les eaux souterraines.

» La moyenne de tous mes dosages est de 9^{mgr}, 33 acide nitrique dans 1 litre, correspondant à 2^{mgr}, 42 d'azote.

» Admettons que ce nombre de 2^{mgr}, 42 soit le titre moyen d'azote dans les eaux d'infiltration qui traversent les sols pendant une année.

» On sait que la hauteur moyenne des pluies dans le bassin de la Seine est, en nombre rond, de 700^{mm}; mais on n'est pas fixé sur la fraction de cette hauteur qui traverse la couche végétale; d'après les observations de divers auteurs, elle serait comprise entre $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{3}$ de la hauteur totale des pluies.

» Si la tranche d'eau qui s'infiltre dans le sol est de $\frac{1}{6}$ de 700^{mm}, un hectare est traversé par 1167^{mc} d'eau, et perd 2^{kg}, 8 d'azote.

» Si la tranche d'eau est de $\frac{1}{4}$ de 700^{mm}, le nombre de mètres cubes traversant un hectare est de 1775, et la perte s'élève à 4^{kg},29.

» Enfin, si la tranche atteint le $\frac{1}{3}$ de 700^{mm}, le nombre de mètres cubes d'eau d'infiltration est de 2333, et le sol perd 5^{kg}, 65 d'azote.

» Il convient d'augmenter dans le rapport de 3 à 2 les quantités d'azote que je viens d'indiquer. En effet, $\frac{1}{3}$ du bassin de la Seine est occupé par des bois, des prairies, des landes, etc., qui fournissent bien peu d'acide nitrique aux eaux d'infiltration, et il est juste de n'attribuer les pertes de cet acide qu'aux terres labourées et aux vignes qui s'étendent sur les deux autres tiers. Les quantités d'azote calculées ci-dessus dans trois hypothèses sont, après cette correction, de 4^{kg}, 2, 6^{kg}, 44 et 8^{kg}, 48.

» Ces quantités d'azote sont bien moindres que ne le laissent supposer les dosages d'acide nitrique dans les eaux de drainage qui ont été publiés : un à deux mois d'exposition à l'air d'une terre nue et humide suffisent, d'après nos recherches sur l'absorption de l'ammoniaque aérienne par les sols, pour les balancer. Mais, en pareille matière, toute conclusion ferme serait prématurée; les calculs que je viens de présenter n'ont d'autre prétention que de fournir une première et grossière approximation.

» Je ne puis cependant m'empêcher de les trouver rassurants; les pertes d'azote par les eaux d'infiltration ne doivent pas être aussi importantes qu'on le pense. Elles se répartissent très inégalement dans nos campagnes : la nitrification est sous la dépendance de la matière organique, active ou lente, selon la proportion de cette matière, en sorte que la perte d'azote est comme un impôt proportionnel, qui pèse peu sur les terres pauvres et ne grandit qu'avec la richesse des champs. »

CHIMIE ANIMALE. — *Analyse des coquilles d'Huîtres*; par MM. A. Chatin et A. Muntz.

« Nos études chimiques (¹) sur l'Huître elle-même demandaient, comme complément, des recherches correspondantes sur sa coquille : c'est l'objet de la présente étude.

» L'analyse des coquilles d'Huîtres par Vauquelin remontant au commencement du siècle (²), il y avait lieu d'espérer, étant donnés les progrès réalisés dans les méthodes de recherches, non seulement que le sujet pourrait être utilement repris, mais que peut-être les nouvelles études jetteraient quelque lumière sur d'anciennes pratiques médicales et agricoles. Cet espoir n'a pas été complètement déçu.

» Avec l'exact Vauquelin, reprenant des observations sommaires auxquelles s'était associé Fourcroy, nous avons reconnu dans les écailles d'Huîtres la présence du carbonate de chaux qui en forme la base, de la magnésie, du fer et du phosphate de chaux, composés que nous avons appréciés, non plus seulement par des aperçus qualificatifs, mais par la balance.

» Nous avons, en outre, isolé et dosé les corps suivants : azote, soufre d'origines diverses (sulfates, sulfures, matières animales), silice, manganèse, fluor, brome, iode.

» Les divers composants des coquilles ont fourni, pour 100 parties, les moyennes ci-après :

» *Azote*, faisant partie de la trame organique des coquilles (gluten animalisé de Vauquelin), $0^{gr},01$;

» *Silice*, appartenant surtout à la couche nacrée, $0^{gr},07$;

» *Soufre*, à l'état d'acide sulfurique, $0^{gr},15$, plus soufre à l'état de sulfure ou faisant partie de la trame animalisée de la coquille, $0^{gr},02$;

» *Magnésie*, $0^{gr},4$;

» *Manganèse*, $0^{gr},012$. Le manganèse apparaît souvent, dans l'attaque des coquilles par les acides, sous forme d'une jolie teinte rose;

» *Fer*, $0^{gr},025$; sa proportion n'est que deux fois celle du manganèse;

» *Matière animale*. Elle forme un réseau dans lequel se déposent les composés

---

(¹) Chatin et Muntz, *Comptes rendus*, t. CXVIII.

(²) Vauquelin, *Annales de Chimie*, t. LXXXI, année 1812.

minéraux, et reste, après le traitement par les acides, sous la forme d'une membrane continue très délicate, gardant la forme de la coquille [1];

» *Fluor*. Sa proportion, qui l'emporte de beaucoup sur celle du brome, et plus encore sur celle de l'iode, est d'environ $0^{gr},020$;

» *Brome*. Il dose à peu près $0^{gr},005$;

» *Iode*. Sa proportion, $0^{gr},003$, est à peu près $\frac{1}{6}$ de celle du fluor;

» Quant au *chlore*, ce chef de la famille des Chloridés, si abondant dans les eaux de la mer, il n'y en a pas trace dans les coquilles; fait qui s'explique par l'extrême solubilité, allant jusqu'à la déliquescence, du chlorure de calcium.

» Les proportions, si notablement différentes entre elles, du fluor, du brome et de l'iode, sont d'ailleurs en rapport avec le degré de fixité, très différent aussi, des composés calciques et magnésiques de ces corps, les iodures de calcium et de magnésium, de tous les plus instables, étant même facilement décomposés par le faible acide carbonique, ce qui, soit dit en passant, donne l'explication des hypothèses erronées de Bouchardat et du Dr Grange, attribuant le développement du goître, le premier, aux eaux séléniteuses (puits du Soissonnais, etc.); le second aux eaux magnésiennes (Villars-le-Goîtreux, etc.); la vérité étant qu'eaux séléniteuses et magnésiennes ne retiennent que peu ou point d'iode.

» *Acide carbonique*. Complémentaire de la chaux et de la magnésie, il entre dans les coquilles pour $\frac{45}{100}$ à $\frac{48}{100}$.

» *Acide phosphorique*. Sa proportion, comprise entre $0^{gr},03$ et $0^{gr},04$ dans les Huîtres communes (*Ostrea edulis*) des provenances les plus diverses, ayant été trouvée de $0^{gr},075$ chez une Huître portugaise (*Gryphea angulata*) d'Arcachon, il nous parut nécessaire de contrôler un fait qui pouvait n'être qu'accidentellement exceptionnel.

» De nouvelles recherches portant sur des Huîtres portugaises, les unes d'origine inconnue, achetées sur le marché de Paris, les autres tirées d'Oléron, ayant fourni des dosages encore un peu plus élevés ($0^{gr},088$ et $0^{gr},089$) que celui donné par le mollusque d'Arcachon, il appert bien que l'Huître portugaise est au moins deux fois plus riche en phosphore que l'Huître commune. Or, cette différence se maintenant dans les deux mollusques élevés dans un même lieu, il faut bien admettre dans l'Huître de Portugal une sorte d'affinité élective spéciale, quant au phosphore. Si ce qui est constaté pour les coquilles se retrouve dans la chair elle-même, nul doute qu'il n'y ait là une indication dont l'hygiène alimentaire aura à tenir compte [2].

---

[1] Cette membrane est mise par les auteurs sous les yeux de l'Académie.

[2] Nos recherches se poursuivent dans cette direction.

» Nous avons réuni dans le Tableau suivant les résultats de nos analyses.

Coquilles d'Huîtres, pour 100 de matière sèche.

	Azote.	Silice.	CaO.	PhO⁵.	SO³,HO.	MgO.	Fe.
Santander	0,14	1,60	51,86	0,044	1,004	0,368	0,030
Portugaises d'Arcachon	0,09	0,66	49,28	0,074	0,922	0,434	0,011
Le Croisic	0,13	0,96	48,44	0,042	0,922	0,344	0,033
Carnac	0,05	0,78	50,01	0,028	0,948	0,340	0,037
Marennes	0,11	0,72	49,78	0,019	0,885	0,404	0,018
Sables-d'Olonne	0,12	0,72	50,51	0,038	0,779	0,396	0,016
Saint-Jean-de-Luz	0,11	0,86	50,06	0,054	0,938	0,476	0,027
Cancale (1er envoi)	0,09	0,44	53,70	0,054	0,842	0,570	0,018
Arcachon	0,13	0,78	50,18	0,048	0,842	0,418	0,022
Roscoff	0,13	0,70	50,10	0,054	0,910	0,475	0,025
Portugaises, origine inconnue.	»	»	»	0,088	»	»	»
» d'Oléron	»	»	»	0,089	»	»	»

	Mn.	Soufre à l'état de sulfure.	Matières organiques.	Fl.	I.	Br.	Acide carbonique, etc., etc.
Santander	0,010	0,015 à 0,020	0,90 à 1,00	0,015 à 0,020	0,003 environ	0,005 environ	43,950
Portugaises d'Arcachon	0,011	»	»	»	»	»	47,524
Le Croisic	0,013	»	»	»	»	»	48,122
Carnac	0,012	»	»	»	»	»	46,801
Marennes	0,015	»	»	»	»	»	47,105
Sables-d'Olonne	0,009	»	»	»	»	»	46,468
Saint-Jean-de-Luz	0,015	»	»	»	»	»	46,516
Cancale (1er envoi)	0,013	»	»	»	»	»	43,329
Arcachon	0,017	»	»	»	»	»	46,619
Roscoff	0,015	»	»	»	»	»	46,520

» Une remarque qui se présente d'elle-même, c'est que certains des résultats analytiques consignés dans le Tableau ci-dessus donnent, au moins dans quelque mesure, l'explication de l'emploi des écailles d'Huîtres en agriculture et dans l'ancienne thérapeutique.

» En agriculture, le gros apport de chaux, si approprié aux terres siliceuses, n'est pas chose négligeable, et il en est de même de l'acide phosphorique, dont la quantité s'élève jusqu'à 0gr,090 dans l'Huître portugaise, mollusque aujourd'hui de très grande consommation et de reproduction si envahissante, parfois au grand détriment de l'*Ostrea edulis*, qu'on aurait tout avantage à la laisser librement multiplier sur les côtes granitiques des presqu'îles bretonne et normande, au seul point de vue de l'amélioration des terres.

» Quant à savoir si l'on devra employer les coquilles brutes, encore pourvues de leur matière azotée, mais à lente décomposition ou les coquilles réduites par la calcination à leurs éléments minéraux, d'action rapide, c'est là question de temps et de lieux.

» Relativement à d'anciennes pratiques médicales, la présence de l'iode, de l'acide phosphorique et du brome n'est pas sans jeter sur plusieurs d'entre elles quelque jour.

» La proportion de l'iode, supérieure à celle qui existe dans certaines eaux minérales reconnues efficaces pour la cure du goître, justifie l'emploi fait des coquilles d'Huîtres calcinées, par divers médecins, et notamment par le praticien Gendrin contre cette affection. Gendrin supposait, et nos analyses donnent raison à ses prévisions, que les coquilles d'Huîtres contiennent de l'iode (1).

» L'emploi de ces coquilles par la vieille médecine, dans le rachitisme, trouve aussi sa raison d'être dans l'iode, et surtout dans le phosphore, peut-être aussi dans le fluor, élément des os.

» Ambroise Paré (2) faisait appliquer la poudre des écailles d'Huîtres sur les bubons pestilentiels, et Paul d'Égine (3) la recommandait contre les mauvais ulcères. Ne peut-on rapporter à l'iode les bons effets de ces pratiques?

» A noter encore que les coquilles d'Huîtres calcinées qui entrent dans tous les remèdes des empiriques contre la rage (guérisseurs de Viroflay, etc.) renferment à la fois du brome, anti-nerveux de premier ordre, et de l'iode, énergique microbicide.

» Quant au fluor, il sollicite l'expérimentation des physiologistes. »

ARITHMÉTIQUE. — *Démonstration d'un théorème sur les nombres entiers.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Dans une Communication récente (4), j'ai dû, faute d'espace, omettre la démonstration de la propriété nouvelle des nombres entiers dont j'avais à faire usage pour établir un théorème concernant les déterminants potentiels; je viens aujourd'hui la faire connaître. Il s'agit de prouver que :

» THÉORÈME. — *Si $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$ sont n nombres entiers différents, le*

---

(1) GENDRIN, *Journal général de Médecine*, t. CV, p. 124.

(2) AMBROISE PARÉ, Livre XX, Chap. XXVII.

(3) PAUL D'ÉGINE, Lib. IV, Cap. XL.

(4) Voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 408.

produit $\Pi(a)$ *de tous ces nombres, multiplié par le produit* $\Pi(a_i - a_j)$ *de leurs différences deux à deux, est un multiple* λ *du produit des n premiers nombres* 1, 2, 3, ..., *u, multiplié par le produit de leurs différences deux à deux, c'est-à-dire est égal à* $\lambda(1^n . 2^{n-1} . 3^{n-2} ..... \overline{n-2}^3 . \overline{n-1}^2 . n^1)$.

» Pour démontrer ce théorème, il est nécessaire et il suffit de faire voir que la plus haute puissance d'un nombre premier p contenue dans le deuxième double produit est comprise dans le premier.

» Or, pour chercher la plus haute puissance de p contenue dans un produit de facteurs, il suffit de chercher : le nombre m_1 des facteurs multiples de p^1, puis le nombre m_2 des facteurs multiples de p^2, le nombre m_3 des multiples de p^3..., etc. L'exposant le plus haut de p dans le produit est la somme $m_1 + m_2 + m_3 + \ldots$, etc.

» Le théorème sera démontré si l'on prouve que le nombre m_q (q quelconque) des multiples de $p^q \overline{\gtrless} n$ est plus grand dans le premier double produit que dans le second, ou au moins égal ; car alors la somme $m_1 + m_2 + m_3 + \ldots$, etc., sera plus grande dans le premier double produit que dans le second, ou au moins égale.

» Pour compter le nombre des multiples de p^q contenu dans les deux doubles produits, disposons, comme ci-dessous, deux Tableaux I et II, formés chacun de p^q colonnes ayant, respectivement, pour titres les p^q restes possibles de la division par p^q, et inscrivons dans le Tableau I tous les restes de la division des n premiers nombres par p^q, et dans le Tableau II ceux de la division des n nombres donnés, *en ayant soin* (pour une raison dont on se rendra compte ci-après) *de laisser la case* ZÉRO *vide dans la première ligne de chaque Tableau.*

I.

TITRES	0	1	2	....	R	....	p^q-1
1re ligne.....		1	2	......	R	....	p^q-1
2e ligne.....	0	1	2	......	R	....	p^q-1
3e ligne.....	0	1	2	......	R	....	p^q-1
....	│	│	│	......	│	....	│
....	│	│	│	......	│	....	│
Qième.......	0	1	2	......	R	....	p^q-1
$\overline{Q+1}$ième ligne	0	1	2	......	R		

II.

TITRES	0	1	2	3	....	R	....	p^q-1
1re ligne.....	.	1	2	3	......	R	....	p^q-1
2e ligne.....	0	1	2	3	......	R	....	p^q-1
3e ligne.....	0	1	2	3	......		....	
4e ligne.....	0	1		3	......		....	
....	│	│		│	......		....	
Qième ligne...	0	1		3	......		....	
$\overline{Q+1}$ième ligne	0	1		3	......		....	
$\overline{Q+2}$ième ligne	0	1		3	......		....	
$\overline{Q+3}$ième ligne	.	1		.	......		....	

» Si l'on désigne par Q la partie entière du quotient de n par p^q, et par R le reste de la division, le Tableau I contiendra Q lignes remplies (toutes pareilles sauf le zéro qui manque à la première ligne), et une $Q+1^{\text{ième}}$ ligne incomplète commençant par zéro et finissant par R.

» Dans le Tableau II le nombre *total* des restes sera le même que dans le premier, c'est-à-dire n, mais ils y seront répartis différemment : certaines colonnes seront surchargées, aux dépens d'autres moins remplies que dans le Tableau I, le nombre des *manque* étant égal à celui des *excédents*.

» Or, pour avoir le nombre total des multiples de p^q dans chaque double produit, il suffira de compter, dans chaque Tableau, le nombre des zéros et d'ajouter à ce premier résultat le nombre des combinaisons deux à deux des restes dans chaque colonne, y compris la première, puisque chaque colonne ne concerne que des restes congrus entre eux (module p^q). Il suffit donc enfin de montrer que ce nombre total sera moindre, ou au plus égal, dans le Tableau I que dans le Tableau II.

» On voit aisément que, chaque fois qu'on supprime un reste *au bas* d'une colonne et qu'en même temps on en ajoute un *au bas* d'une colonne moins chargée que celle-là, on diminue le nombre total des multiples de p^q, indiqué par le Tableau, d'autant d'unités que le reste ainsi déplacé (numériquement) a gagné de rangs vers le haut.

» En effet, si A est le *rang* du reste *supprimé*, on supprime $A-1$ combinaisons deux à deux dans la colonne dont il faisait partie, sauf dans la première; et, s'il appartenait à celle-ci, on y supprime un multiple de p^q et seulement (*à cause du vide de la première case qui y occupe le premier rang*) $A-2$ différences; on a donc, dans les deux cas, supprimé $A-1$ multiples de p^q, et amoindri d'autant le total de ceux-ci.

» Si B est le rang du reste *ajouté* au bas d'une colonne, on ajoute $B-1$ combinaisons deux à deux, si la colonne n'est pas la première, et, s'il s'agit de la première colonne, on y ajoute seulement $B-2$ combinaisons, mais, en sus, un multiple de p^q. Dans les deux cas, on accroît donc de $B-1$ le nombre total de ces multiples.

» Or, en déchargeant successivement les colonnes surchargées et en reportant des restes, en *nombre égal*, dans celles qui présentent des déficits, opérations pour chacune desquelles on a, par leur nature même, $A-B>0$, on arrivera nécessairement à remplir les cases comprises dans les Q premières lignes du Tableau II, et à obtenir, dans celui-ci comme dans le Tableau I, $R+1$ restes dans la $\overline{Q+1}^{\text{ième}}$ ligne, avec un vide au premier rang de la première case.

» Alors, d'après ce qui a été dit plus haut, pour toute permutation nouvelle (désormais horizontale) on aura $A = B$. Par suite, le nombre total des multiples sera devenu, après ces déplacements successifs, le même dans les deux Tableaux, et, par conséquent, il était, à l'origine, plus grand dans le second que dans le premier, ou tout au moins égal si aucun déplacement de *bas en haut* n'a été nécessaire ([1]).

» Le théorème est donc démontré ([2]).

» *Corollaire.* — Si les n nombres donnés, au lieu d'être quelconques, sont consécutifs à partir de a, leurs différences deux à deux sont les mêmes que celles des n premiers nombres. Par suite, le produit de celles-ci disparaît dans les deux membres de l'égalité par laquelle se formule le théorème général, et il reste simplement la relation

$$\prod_{a_n}^{a_1}(a) = \lambda \prod_{n}^{1}(a),$$

c'est-à-dire : *Le produit de n nombres entiers consécutifs est un multiple entier du produit des n premiers nombres,* proposition bien connue, qui n'est qu'un cas particulier du théorème ci-dessus. »

([1]) Il y a, en effet, une infinité de cas où le produit $\Pi(a)\,\Pi(a-b)$ ne contient *exactement* que le nombre des facteurs $p^q \leqq n$ requis par la formule

$$\lambda\left(n^1.\overline{n-1}^2\ldots 3^{n-2}.2^{n-1}\right),$$

et quand *l'un* de ces cas se présente, on en tire une infinité d'autres, par des considérations de congruences qui ne peuvent trouver place ici. Par exemple, pour $n = 6$, on a, les nombres donnés a, b, c, d, e, f étant 1, 2, 7, 14, 93, 211 :

$$\Pi(a)\,\Pi(a-b) = \lambda(6^1.5^2.4^3.3^4.2^5),$$

où λ ne contient aucun des facteurs premiers 2, 3, 5. On en conclut qu'il en est de même pour tous les groupes de six nombres que renferment les formes *simultanément associées :*

$$(180\mu + 1,\ 180\mu + 2,\ 180\mu + 7,\ 180\mu + 14,\ 180\mu + 93,\ 180\mu + 211),$$

où μ peut recevoir toute valeur entière $\geqq 0$. Etc. J'ai, à ce sujet, un théorème général que je ferai connaître ailleurs.

([2]) Cette démonstration appartient à notre confrère M. Guyou. Prenant comme point de départ le principe sur lequel reposait la mienne (que je lui avais communiquée avec l'énoncé du théorème), il en a tiré celle qu'on vient de lire, dont la simplicité, l'élégance et la généralité ne laissent rien à désirer, et qui, par conséquent, doit subsister seule.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BP (*M.* Wolf, 23 *février* 1895), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picart. Note de M. G. Rayet.

Planète BP.

Dates 1895.		Étoile.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα planète.	ΔⓅ planète.	Observ.
			h m s	m s	′ ″	
Février	27.....	1	9.33.15,28	−1.26,26	+6.24,44	G. Rayet
	28.....	2	6.34.13,34	−2.14,69	+5.32,42	L. Picart
Mars	1.....	3	6.49.45,13	−1.47,84	−2.49,63	L. Picart
	2.....	4	10. 6.32,16	−2.51,39	−3.57,61	G. Rayet
	4.....	5	9.16. 3,80	−4.40,79	−5.46,51	L. Picart

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1895,0.

Étoile.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	Weisse, H. X, n° 1006	10.58.15,70	+2,06	80.42.18,7	+9,63
2....	Weisse, H. X, n° 1006	10.58.15,70	+2,07	80.42.18,7	+9,67
3....	Paris, n° 13509	10.56.52,63	+2,08	80.49.47,5	+9,61
4....	Paris, n° 13509	10.56.52,63	+2,09	80.49.47,5	+9,66
5....	Paris, n° 13509	10.56.52,63	+2,10	80.49.47,5	+9,71

Positions apparentes de la planète BP.

Dates 1895.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s		° ′ ″	
Février	27...	11. 3. 9,7	10.56.51,50	$\bar{1}$,185	80.48.52,8	−0,718
	28...	8. 0.41,3	10.56. 3,08	$\bar{1}$,591	80.48. 0,8	−0,761
Mars	1...	8.12.14,6	10.55. 6,87	$\bar{1}$,574	80.47. 7,5	−0,755
	2...	11.24.23,7	10.54. 3,33	$\bar{2}$,947	80.45.59,6	−0,714
	4...	10.26.21,6	10.52.13,94	$\bar{1}$,279	80.44.10,7	−0,721

» La planète est de 12e grandeur. »

PHYSIQUE. — *Volumes des sels dans leurs dissolutions aqueuses.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« On sait qu'en étendant d'eau une solution saline aqueuse, on observe une diminution du volume total. M. Charpy a dernièrement confirmé la généralité de cette règle ([1]). Il résulte évidemment de là que le volume occupé par un poids donné de sel est d'autant plus grand que la solution est plus concentrée, si l'on attribue un volume constant à l'eau.

» Dans les conditions où l'on paraît s'être placé jusqu'ici, c'est-à-dire en observant depuis une dilution infinie jusqu'à la saturation par le sel en présence d'un excès de celui-ci, on a trouvé, qu'à l'exception de quelques sels ammoniacaux, tous les sels minéraux donnent une contraction par dissolution dans l'eau. M. Charpy, qui a soigneusement et beaucoup étudié la question, dit, en effet, dans son Mémoire de 1893 : « Ce sel » (AzH^4Cl) et quelques autres composés ammoniacaux, sont les seuls » corps pour lesquels la dissolution soit accompagnée d'une augmentation » du volume total ([2]). »

» L'acétate de soude ([3]) me semble former comme un terme de passage entre le chlorhydrate d'ammoniaque et la généralité des autres sels minéraux; j'espère présenter bientôt à l'Académie le résultat de mes observations sur ce sujet.

» Il m'a paru qu'en poussant la concentration des liqueurs plus loin qu'on ne peut le faire en présence d'un excès du sel solide étudié, on obtiendrait bien souvent des dilatations par dissolution et, par suite, des contractions par cristallisation. Aussi, ai-je examiné des solutions sursaturées par rapport aux sels que je désirais étudier.

» Tous les sels que j'ai examinés de cette façon donnent à la température ordinaire une contraction par cristallisation; à l'exception pourtant du sulfate de soude à 10 Aq, lequel a toujours produit une dilatation.

» L'acétate de soude ($NaC^2H^3O^2 + 3Aq$) donne une très grande contraction en cristallisant d'une solution sursaturée.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* mai 1893, p. 29.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique,* mai 1893, p. 29.

([3]) Ce sel dérive, il est vrai, d'un acide organique, mais cela est sans importance au point de vue de la présente recherche.

» L'hyposulfite de soude ($Na^2S^2O^3 + 5Aq$) et le monosulfure de sodium ($Na^2S + 9Aq$) se contractent beaucoup en cristallisant de leurs solutions très sursaturées.

» Le carbonate de soude ($Na^2CO^3 + 10Aq$) se contracte très notablement en cristallisant d'une solution très sursaturée.

» Le sulfate de magnésie ($MgSO^4 + 7Aq$ orthorhombique) se contracte sensiblement en cristallisant d'une solution très sursaturée. Mais le sel $MgSO^4 + 6Aq$ clinorhombique qui se forme spontanément dans cette solution s'y dépose en produisant une petite dilatation. Cela tient probablement à ce que la solution n'est pas alors suffisamment sursaturée, relativement à ce sel à 6Aq.

» L'alun d'ammoniaque et d'alumine à 24Aq donne une dilatation en cristallisant d'une solution déjà sensiblement sursaturée; mais, avec une solution très sursaturée, on obtient une notable contraction par cristallisation du sel à 24Aq. Dans la même liqueur, très sursaturée, il se forme, avec assez de facilité et spontanément, un sel dont je n'ai pas déterminé la composition. Le dépôt de ce sel est aussi accompagné d'une contraction, mais moins forte que celle produite par l'alun à 24Aq.

» L'azotate d'ammoniaque se contracte sensiblement en cristallisant d'une solution très sursaturée.

» J'ai aussi observé une certaine contraction en faisant cristalliser de l'azotate d'argent d'une solution très sursaturée.

» Le sulfate ferreux ($FeSO^4 + 7Aq$ clinorhombique) n'est pas très facile à obtenir à l'état de solution extrêmement sursaturée, vu la fréquente formation spontanée des cristaux mêmes qu'on étudie. Cependant, j'ai pu constater une sensible contraction pendant la cristallisation du sel ordinaire à 7Aq.

» Je n'ai pas réussi à préparer des solutions extrêmement sursaturées de sulfate de soude à 10Aq. Cette préparation est entravée, soit par la formation du sel anhydre, soit par celle des cristaux de Lœwel à 7Aq. Avec les solutions les plus sursaturées que j'aie pu obtenir, il y a toujours eu dilatation notable pendant la cristallisation du sel à 10Aq et cela, non seulement vers 15°, mais aussi à 31°,5, c'est-à-dire près du maximum de solubilité du sel à 10Aq.

» D'après ces observations, on voit que pour obtenir des solutions laissant cristalliser à leur sommet et non plus sur leur fond, des substances solides plus lourdes qu'elles, il faut prendre, comme substances *montantes*, des corps donnant une contraction notable par cristallisation en

solution sursaturée (dilatation par dissolution) et comme substances *auxiliaires*, des corps n'agissant pas chimiquement sur les substances montantes, non isomorphes avec elles (ou alors, de solubilités beaucoup plus grandes) et fournissant des solutions lourdes, de façon que la substance montante solide soit seulement un peu plus dense que la solution complexe.

» Il faut en effet que l'augmentation de poids produite par la dissolution de la substance montante soit compensée et au delà, par l'augmentation de volume de la solution lourde.

» Il est à remarquer qu'une substance A qui se dépose, par suite d'un petit abaissement de température, au sein d'une liqueur primitivement saturée de A et fortement chargée d'une autre substance B, non isomorphe avec A (ou de solubilité beaucoup plus grande), se trouve dans des conditions physiques un peu analogues à celles qui se réalisent, à la même température, si l'on fait cristalliser A de sa propre solution sursaturée. Dans les deux cas, A se sépare d'une liqueur très chargée de sel et on doit généralement alors obtenir, pour de faibles variations de la température, des contractions par dépôt et des dilatations par dissolution de A. Lors de la présence simultanée de A et de B et à l'instant de l'équilibre entre la solution et le solide A, comme A et B ne sont pas isomorphes, la substance A ne possède pas, à elle seule, une tension de cristallisation suffisante pour continuer de se déposer à l'état solide au contact de ses propres cristaux déjà formés, contrairement à ce qui arriverait si toute la matière dissoute appartenait à A.

» En partant de ces principes, j'ai obtenu l'ascension des quatre sels suivants (en outre de l'ascension du $Na^2S + 9Aq$, dont j'ai déjà entretenu l'Académie) (¹) :

1° Sel montant.....	Acétate de soude ($NaC^2H^3O^2 + 3Aq$).
Sel auxiliaire....	Iodure de sodium.
2° Sel montant.....	Hyposulfite de soude ($Na^2S^2O^3 + 5Aq$).
» auxiliaire....	Iodure de sodium.
3° Sel montant.....	Chlorhydrate d'ammoniaque
» auxiliaire....	Iodhydrate d'ammoniaque.
4° Sel montant.....	Carbonate de soude ($Na^2CO^3 + 10Aq$).
» auxiliaire....	Iodure de potassium.

(¹) On produira certainement bien d'autres ascensions analogues, soit avec des sels, soit avec d'autres substances quelconques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXVIII des *Comptes rendus* (1er semestre 1894) est en distribution au Secrétariat.

M. **Hale** adresse, de Chicago, ses remercîments à l'Académie, pour le prix Janssen qui lui a été décerné dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de* M. Darboux *pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Appell.

« Étant donnée une équation aux dérivées partielles du second ordre

$$F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0, \tag{1}$$

la méthode d'intégration de M. Darboux consiste à rechercher les *intégrales intermédiaires d'ordre supérieur au premier*, c'est-à-dire les équations qui admettent une infinité d'intégrales communes avec la proposée, dépendant d'une infinité de constantes arbitraires, sans les admettre toutes. S'il existe une intégrale intermédiaire dépendant d'une fonction arbitraire φ, telle que $u - \varphi(v) = 0$, on peut choisir cette fonction arbitraire de telle façon qu'une intégrale commune du système

$$F = 0, \qquad u - \varphi(v) = 0 \tag{2}$$

satisfasse à des conditions initiales données à l'avance, et la détermination de cette intégrale est ramenée à l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires (E). Mais, en général, ce système (E) est variable avec la fonction φ elle-même et ne peut être intégré que si l'on a particularisé cette fonction, de sorte qu'il est impossible d'obtenir des formules pour représenter l'intégrale générale de l'équation proposée, où les fonctions arbitraires figurent explicitement. Il n'en est plus de même lorsque les deux systèmes de caractéristiques de l'équation (1) sont confondus; si l'équation admet une intégrale intermédiaire d'un ordre quelconque, renfermant une fonction arbitraire, il suffit d'intégrer un système *unique* d'équations différentielles ordinaires, pour pouvoir en déduire, sans aucune

intégration nouvelle, l'intégrale générale de l'équation (1), qui appartient alors à la *première classe* d'Ampère.

» Bornons-nous, pour fixer les idées, aux intégrales intermédiaires du second ordre. Soient m_1, m_2 les deux racines de l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial F}{\partial r} m^2 - \frac{\partial F}{\partial s} m + \frac{\partial F}{\partial t} = 0.$$

» Toute intégrale intermédiaire du second ordre V doit satisfaire aux deux équations simultanées

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial V}{\partial r} m_1^2 - \frac{\partial V}{\partial s} m_1 + \frac{\partial V}{\partial t} = 0, \\ &m_1 \left[\frac{\partial V}{\partial r} \left(\frac{dF}{dx} \right) - \frac{\partial F}{\partial r} \left(\frac{dV}{dx} \right) \right] = \frac{\partial F}{\partial t} \left(\frac{dV}{dy} \right) - \frac{\partial V}{\partial t} \left(\frac{dF}{dy} \right), \end{aligned} \right.$$

ou au système analogue obtenu en changeant m_1 en m_2; on a posé

$$\left(\frac{d}{dx} \right) = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} p + \frac{\partial}{\partial p} r + \frac{\partial}{\partial q} s,$$
$$\left(\frac{d}{dy} \right) = \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} q + \frac{\partial}{\partial p} s + \frac{\partial}{\partial q} t.$$

» Soit V une intégrale commune aux deux équations (4); les deux équations $F = 0$, $V = 0$ admettent une infinité d'intégrales communes que l'on peut obtenir par une méthode toute pareille à celle de Cauchy pour les équations du premier ordre ([1]). Sur une surface intégrale considérons la famille de courbes qui satisfont à l'équation différentielle $dy = m_1\, dx$. Le long d'une courbe de cette famille, x, y, z, p, q, r, s, t sont des fonctions d'une seule variable qui satisfont aux équations différentielles

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dx}{\frac{D(F,V)}{D(r,t)}} = \frac{dy}{m_1 \frac{D(F,V)}{D(r,t)}} = \frac{dz}{\frac{D(F,V)}{D(r,t)}(p+qm)} = \frac{dp}{\frac{D(F,V)}{D(r,t)}(r+sm)} = \frac{dq}{\frac{D(F,V)}{D(r,t)}(s+tm)} \\ &= \frac{dr}{\frac{\partial F}{\partial t}\left(\frac{dV}{dx}\right) - \frac{\partial V}{\partial t}\left(\frac{dF}{dx}\right)} = \frac{ds}{\frac{\partial F}{\partial t}\left(\frac{dV}{dy}\right) - \frac{\partial V}{\partial t}\left(\frac{dF}{dy}\right)} = \frac{dt}{m_1 \left[\frac{\partial V}{\partial r}\left(\frac{dF}{dy}\right) - \frac{\partial F}{\partial r}\left(\frac{dV}{dy}\right) \right]}. \end{aligned} \right.$$

» Désignons par $d\lambda$ la valeur commune des rapports précédents et soit

$$(6) \qquad x = f_1(x_0, y_0, z_0, p_0, q_0, r_0, s_0, t_0; \lambda), \quad \ldots, \quad t = f_8(x_0, y_0, \ldots; \lambda)$$

([1]) Ce procédé s'étend à des systèmes beaucoup plus généraux (Beudon, *Comptes rendus*, 11 février 1895).

l'intégrale générale du système (5). Si l'on prend pour les valeurs initiales des fonctions d'un paramètre variable α, satisfaisant aux relations

$$F_0 = 0, \qquad V_0 = 0, \qquad \frac{\partial z_0}{\partial \alpha} - p_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} - q_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha} = 0,$$
$$\frac{\partial p_0}{\partial \alpha} - r_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} - s_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha} = 0, \qquad \frac{\partial q_0}{\partial \alpha} - s_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} - t_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha} = 0,$$

on démontre, par la méthode de Cauchy, que les formules (6) représentent bien une intégrale commune aux deux équations $F = 0$, $V = 0$.

» Supposons maintenant que $m_2 = m_1$, et que le système (4) admette deux intégrales distinctes u et v, non compris l'intégrale évidente F. Si dans le système (5) on remplace V par $u - \varphi(v)$, on vérifié sans peine que, dans l'hypothèse où $m_2 = m_1$, ce système admet les deux intégrales premières

$$u = \text{const.}, \qquad v = \text{const.},$$

quelle que soit la fonction φ. Comme la fonction arbitraire ne figure dans les équations (5) que par sa dérivée $\varphi'(v)$, on peut poser $\varphi'(v) = c$, et le système à intégrer est toujours le même, quelle que soit la fonction φ. Le résultat définitif est le suivant : Soient

$$(7) \quad x = f_1(x_0, y_0, z_0, p_0, q_0, r_0, s_0, t_0, c; \lambda), \quad \ldots, \quad t = f_8(x_0, \ldots, t_0, c; \lambda)$$

les formules qui donnent l'intégrale générale du système (5) où on aurait remplacé V par $u - \varphi(v)$ et $\varphi'(v)$ par c. *Pour obtenir l'intégrale générale de l'équation du second ordre proposée, il suffit de remplacer dans ces formules* $x_0, y_0, \ldots, t_0$ *par des fonctions d'un paramètre variable* α *satisfaisant aux relations*

$$F(x_0, y_0, \ldots, t_0) = 0, \qquad \frac{\partial z_0}{\partial \alpha} = p_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} + q_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha},$$
$$\frac{\partial p_0}{\partial \alpha} = r_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} + s_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha}, \qquad \frac{\partial q_0}{\partial \alpha} = s_0 \frac{\partial x_0}{\partial \alpha} + t_0 \frac{\partial y_0}{\partial \alpha},$$

et d'y remplacer en même temps c *par* $\frac{\partial u_0}{\partial \alpha} : \frac{\partial v_0}{\partial \alpha}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains groupes algébriques.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. Picard.

« On sait quel grand intérêt il y aurait à relier la théorie des fonctions à la théorie des groupes de M. Sophus Lie. Un certain nombre de travaux

ont déjà été faits dans cette direction, en particulier sur la façon dont les transformations infinitésimales ou les équations finies d'un groupe fini dépendent ou peuvent dépendre des variables ou des paramètres. Il faut signaler en première ligne le beau théorème de M. Schur d'après lequel les coefficients des transformations infinitésimales d'un groupe transitif peuvent devenir, après un changement de variables convenable, des quotients de fonctions *entières* de nouvelles variables. M. Maurer s'est depuis occupé de chercher dans quelles conditions les équations finies d'un groupe pouvaient dépendre *algébriquement* des variables ou des paramètres. Le but de cette Note est de montrer l'importance des considérations de *structure* dans cet ordre de recherches et d'indiquer quelques théorèmes très généraux auxquels conduisent les derniers résultats trouvés sur la structure des groupes finis.

» 1. Je m'occupe d'abord des groupes *linéaires et homogènes*, et, parmi eux, de ceux où les paramètres entrent de la façon la plus simple possible, c'est-à-dire d'une manière *linéaire et homogène*.

» Si l'on considère un tel groupe g échangeant entre elles les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et si on le *prolonge* au moyen de $(n-1)$ autres systèmes de variables

$$x'_1,\ x'_2,\ \ldots,\ x'_n;\quad x''_1,\ \ldots,\ x''_n;\quad \ldots;\quad x_1^{(n-1)},\ x_2^{(n-1)},\ \ldots,\ x_n^{(n-1)},$$

dans chacun desquels les variables sont échangées de la même façon que les variables primitives; si de plus on fait la même opération pour le groupe γ linéaire et homogène *général* en $x_1, x_2, \ldots, x_n$, de façon à obtenir le groupe Γ, le groupe G *prolongé* de g est le plus grand sous-groupe de Γ qui laisse invariante une certaine multiplicité plane en $x_1, x_2, \ldots, x_n^{(n-1)}$. De là résulte immédiatement le théorème suivant :

» *Si le groupe linéaire et homogène g en $x_1, x_2, \ldots, x_n$, dans les équations finies duquel les paramètres entrent d'une façon linéaire et homogène, ne laisse invariante aucune multiplicité plane, il coïncide avec le groupe linéaire et homogène général en $x_1, x_2, \ldots, x_n$.*

» La propriété caractéristique, énoncée tout à l'heure, des groupes qui nous occupent, peut être remplacée par la suivante :

» *Si Xf et Yf sont deux transformations infinitésimales quelconques, distinctes ou non, d'un groupe linéaire et homogène dans les équations finies duquel les paramètres entrent d'une manière linéaire et homogène, la transformation infinitésimale*

$$X(Yx_1)\frac{\partial f}{\partial x_1}+\ldots+X(Yx_n)\frac{\partial f}{\partial x_n}$$

appartient aussi au groupe; et, réciproquement, si r transformations infinitésimales linéaires et homogènes $X_1 f, X_2 f, \ldots, X_r f$, *parmi lesquelles se trouve la transformation infinitésimale*

$$x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + x_n \frac{\partial f}{\partial x_n},$$

sont telles que les r^2 *transformations infinitésimales*

$$X_i(X_k x_1) \frac{\partial f}{\partial x_1} + \ldots + X_i(X_k x_n) \frac{\partial f}{\partial x_n} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n),$$

dépendent linéairement de $X_1 f, X_2 f, \ldots, X_r f$, *on peut choisir les r paramètres du groupe de façon que dans les équations finies de ce groupe ils entrent d'une manière linéaire et homogène.*

» La deuxième partie de cette proposition est due à M. Study.

» De cette proposition l'on peut déduire le théorème suivant :

» *Si dans les équations finies d'un groupe linéaire et homogène non intégrable* G, *les paramètres entrent d'une manière linéaire et homogène, le groupe* G *est formé d'un sous-groupe invariant intégrable* Γ *et d'un certain nombre de sous-groupes simples* $g_1, g_2, \ldots, g_h$ *échangeables entre eux, respectivement isomorphes aux groupes linéaires et homogènes spéciaux à* $n_1, n_2, \ldots, n_h$ *variables.*

» Si l'on considère en particulier ceux de ces groupes qui sont *simplement transitifs* et qui sont si intimement liés aux systèmes de nombres complexes à multiplication distributive et associative, *on peut*, en conservant les notations du théorème précédent, *trouver* n_1^2 *des variables qui sont échangées entre elles à la façon des paramètres du groupe linéaire et homogène général à* n_1 *variables, de même* n_2^2 *autres variables échangées entre elles d'une façon analogue et ainsi de suite.* Le nombre des paramètres est, par suite, au moins égal à $n_1^2 + n_2^2 + \ldots + n_h^2$.

» En transportant cela dans la théorie des nombres complexes, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Si un système de nombres complexes est associé à un groupe simplement transitif non intégrable tel que le plus grand groupe semi-simple qui lui est isomorphe soit composé de sous-groupes simples à* $m^2 - 1$, $n^2 - 1$, ... *paramètres, on peut trouver un premier système de* m^2 *unités* $e_{ik} (i, k = 1, 2, \ldots, m)$ *déterminant pour elles-mêmes un système de nombres complexes avec la loi de multiplication*

$$(1) \qquad e_{\alpha\beta} e_{\gamma\delta} = \varepsilon_{\beta\gamma} e_{\alpha\delta}, \qquad (\varepsilon_{\beta\gamma} = 1 \text{ si } \beta = \gamma, \ \varepsilon_{\beta\gamma} = 0 \text{ si } \beta \neq \gamma);$$

puis un deuxième système de n^2 *unités indépendantes des premières jouissant de propriétés analogues et ainsi de suite.*

» C'est la généralisation d'un théorème énoncé par M. Scheffers, mais qui n'est vrai que lorsque l'un des nombres m, n, ... est égal à 2 et qui, par suite, n'a pu être vérifié par lui que pour des systèmes de nombres complexes à moins de neuf unités.

» 2. Je passe maintenant aux groupes linéaires et homogènes dans les équations finies desquels les paramètres entrent algébriquement. M. Maurer a déterminé à quelles conditions devaient satisfaire les transformations infinitésimales de ces groupes pour qu'il en fût ainsi; il a montré que si les paramètres entraient *algébriquement*, on pouvait toujours faire en sorte qu'ils entrassent *rationnellement*. Les résultats connus jusqu'à présent sur la structure des groupes fournissent une classe très étendue de groupes linéaires et homogènes pour lesquels ce fait se présente. En effet, on peut énoncer la proposition suivante :

» *Le groupe dérivé d'un groupe linéaire et homogène quelconque est tel que dans ses équations finies, on peut toujours faire entrer les paramètres rationnellement.*

» Relativement aux groupes adjoints :

» *Si un groupe est de rang zéro ou si son plus grand sous-groupe invariant intégrable est de rang zéro (en particulier s'il est le groupe dérivé d'un autre groupe), on peut faire en sorte que dans les équations finies de son groupe adjoint les paramètres entrent rationnellement.*

» Les invariants d'un groupe linéaire et homogène, dans les équations finies duquel les paramètres entrent rationnellement, dépendent d'un nombre fini d'entre eux qu'on peut toujours supposer *rationnels;* si le groupe est semi-simple, il résulte des théorèmes sur la structure des groupes semi-simples qu'on peut toujours supposer que ces derniers invariants sont *des polynomes entiers, homogènes et irréductibles.* Ce cas se présente en particulier pour le groupe des substitutions linéaires de déterminant égal à 1.

» 3. M. Lie a montré comment, étant donnée une structure de groupe, on pouvait se servir du groupe adjoint correspondant pour déterminer tous les groupes *transitifs* ayant la structure considérée, en supposant toutefois que le groupe n'admette pas de transformation *distinguée*.

» Les résultats énoncés précédemment donnent alors le théorème suivant :

» *Si un groupe transitif n'admet pas de transformation distinguée et que son plus grand sous-groupe invariant intégrable soit de rang zéro, on peut toujours, au moyen d'un changement de variables et de paramètres convenable, faire en sorte que les coefficients des transformations infinitésimales de ce groupe*

soient des fonctions rationnelles des variables et que les équations finies dépendent algébriquement des variables et des paramètres. On peut même, en prenant pour nouvelles variables certaines fonctions rationnelles des variables ainsi déterminées, faire en sorte que les équations finies dépendent rationnellement des paramètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières.* Note de M. **Desaint**, présentée par M. Poincaré.

« Les fonctions entières de genre 0, 1 ou 2, dont le multiplicateur exponentiel du produit infini de facteurs primaires de M. Weierstrass est de la forme $Ae^{\alpha x^2+\beta x+\gamma}$, où A est une constante, α et β réels et α positif, jouissent de cette propriété que si leurs zéros sont réels, les zéros de leur dérivée sont aussi réels.

» Cette proposition s'établit aisément en s'appuyant sur la considération de l'équilibre d'un point mobile attiré par plusieurs centres fixes en raison inverse de la distance.

» J'appliquerai cette proposition à l'inverse de la fonction eulérienne en faisant avant cette remarque que, si $\alpha = 0$, le théorème précédent s'applique; il suffit de remplacer $2\alpha\left(x + \frac{s}{2\alpha}\right)$ par s, c'est-à-dire une attraction venant du point réel $-\frac{\beta}{2\alpha}$, par une force parallèle à l'axe des quantités réelles.

» On sait que, $\Gamma(x)$ étant la fonction eulérienne de seconde espèce, on a, C étant la constante d'Euler,

$$\frac{1}{\Gamma(x+1)} = e^{Cx}\Pi\left[\left(1+\frac{x}{n}\right)e^{-\frac{x}{n}}\right],$$

où n prend toutes les valeurs entières 1, 2, ...

» On peut donc énoncer la proposition suivante :

» *La fonction inverse arithmétique de la fonction eulérienne de seconde espèce admet une dérivée dont les zéros sont tous réels* ([1]).

([1]) Cours de la Faculté des Sciences de Paris, par M. Hermite; année 1891, p. 142, 147.

» On en déduit les propositions suivantes :

» *Les équations en* x,

$$\lim_{n=\infty}\left(\log n - \frac{1}{x} - \frac{1}{x+1} - \ldots - \frac{1}{x+n}\right) = 0,$$

$$\sum_{n=0}^{n=+\infty} \frac{x-1}{(n+1)(x+n)} = C, \qquad \int_{-\infty}^{0} \frac{e^{x.y} - e^{y}}{e^{y} - 1}\, dy = C,$$

où C *est la constante d'Euler, ont toutes leurs racines réelles.*

» Je reviens maintenant sur les fonctions entières générales pour donner le théorème suivant :

» *Les fonctions entières de genre pair* ω, *dont le multiplicateur exponentiel du produit infini de facteurs primaires de M. Weierstrass, est de la forme* $Ae^{\alpha x^{\omega+2}+\beta x^{\omega+1}+\gamma}$, *où* A *est une constante,* α, β *réels et* α *positif, jouissent de cette propriété que si leurs zéros sont réels, les zéros de leur dérivée sont tous aussi réels.*

» Il suffit de se rappeler que les fonctions entières $f(x)$, dont on s'occupe dans le théorème, satisfont à l'identité suivante :

$$\frac{f'_x(x)}{f(x)} \equiv x^{\omega} \sum \frac{1}{a_n^{\omega}(x-a_n)} + \alpha(\omega+2)x^{\omega+1} + \beta(\omega+1)x^{\omega}$$
$$\equiv x^{\omega}\left\{ \sum \frac{1}{a_n^{\omega}(x-a_n)} + \alpha(\omega+2)\left[x + \frac{\beta(\omega+1)}{\alpha(\omega+2)}\right]\right\}.$$

» Je me propose maintenant de donner quelques théorèmes sur des fonctions qui comprennent, comme cas particuliers, les fonctions modulaires $K(z)$ et les fonctions multiformes que l'on rencontre dans l'étude de la série hypergéométrique de Gauss.

» Auparavant, j'ouvre une parenthèse pour donner le théorème suivant :

» *Si* $H(t, u, v, \ldots, w)$ *est une fonction réelle gardant un signe constant pour toutes les valeurs respectives des paramètres réels de* t_1 *à* t_2, u_1 *à* u_2, $\ldots$, w_1 *à* w_2, $G(t, u, \ldots, w)$ *étant une fonction réelle ou complexe de ces paramètres, la fonction* $F(z) \equiv \int_{t_1}^{t_2} \cdots dt^{\alpha} \ldots \int_{w_1}^{w_2} \cdots \frac{H(t, u, \ldots, w)\, dw^{\lambda}}{Z - G(t, u, \ldots, w)}$ *a ses zéros à l'intérieur de tout contour convexe entourant l'ensemble de points* $Z = G(\overset{t_2}{\underset{t_1}{t}}, u, \ldots, \overset{w_2}{\underset{w_1}{w}})$ *qui est un espace de discontinuité pour la fonction.*

» J'ouvrirai encore une parenthèse pour donner le théorème suivant, généralisation de la proposition de Laguerre sur les fonctions modulaires $K(z)$ et $K'(z) \equiv K(1-z)$.

» *Considérons la fonction du module z,*

$$F(z) \equiv \int_0^{\alpha} f(x).\varphi(x,z).(1-zx)^{-\lambda}\,dx,$$

où l'on a $0 < \lambda < 1$, *$f(x)$ étant une fonction quelconque de x, uniquement assujettie à être bien définie et continue pour toutes valeurs réelles de x entre* 0 *et α (α est supposé réel > 0), $\varphi(x,z)$ étant holomorphe en z quand x varie entre* 0 *et α; à l'intérieur de la ligne $\infty \ldots \frac{1}{\alpha}$, $F(z)$ est représentable par une fonction uniforme affectée de la coupure $\infty \ldots \frac{1}{\alpha}$, donnée par la formule*

$$F(z) \equiv \frac{\sin\lambda\pi}{\pi}\int_0^1 dy \int_0^{\alpha} \frac{y^{\lambda-1}(1-y)^{-\lambda} f(x)\,\varphi(x,z)\,dx}{(1-zxy)}.$$

» En appliquant le théorème précédent et celui qui vient immédiatement avant dans le cas des deux variables x, y, la fonction H étant ici $\frac{-f(x)}{xy}$, on a :

» *La fonction* $F_0(x) \equiv \int_0^{\alpha} f(x)(1-zx)^{-\lambda}\,dx$ *(où l'on a* $0 < \lambda < 1$ *et $f(x)$ étant une fonction de x uniquement assujettie à être continue pour les valeurs réelles de la variable entre* 0 et α *et à garder un signe constant pour ces mêmes valeurs) ne s'annule jamais en dehors de sa coupure $\infty \ldots \frac{1}{\alpha}$.*

» On en déduirait facilement par l'étude au voisinage de la coupure d'après l'intégrale double que ces fonctions $F_0(z)$ ont leur partie réelle de signe constant; dans ce groupe de fonctions $F_0(z)$ rentrent la fonction complète de première espèce $K(z) \equiv \int_0 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-zx^2)}}$, la fonction complète de seconde espèce divisée par z^2, et la série hypergéométrique $F(a,b,c;z)\left\{\begin{matrix} a > 0 \\ c > a+b \end{matrix}\right.$, $0 < b < 1$ à l'intérieur de son cercle de convergence. »

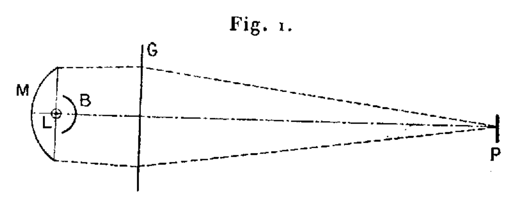
PHYSIQUE. — *Sur la mesure directe de l'intensité lumineuse moyenne sphérique des sources de lumière.* Note de M. **A. Blondel**, présentée par M. Potier.

« Jusqu'ici on n'a pu déterminer l'intensité moyenne sphérique d'une source de lumière que dans un cas particulier (source symétrique autour

d'un axe), et à l'aide d'une méthode indirecte due à M. Allard; l'emploi de celle-ci est fort pénible et n'offre, dans le cas de foyers instables tels que l'arc électrique, aucune garantie de précision.

» La méthode générale que j'ai indiquée pour la mesure du flux lumineux, dans une précédente Communication (1), permet de faire cette détermination avec une grande rapidité sans tracer de courbe photométrique. L'intensité moyenne sphérique est en effet égale à $\frac{1}{4\pi}$ du flux total de la source de lumière (2), et l'on a vu comment celui-ci peut s'obtenir à l'aide du dispositif de la *fig.* 1, comprenant un photomètre P, un écran diffuseur G

Fig. 1.



Légende : M miroir, L source à photométrer, B écran opaque, G écran diffuseur, P photomètre.

et un projecteur en verre argenté M, dans le plan d'ouverture duquel on place le centre de la source à étudier; en additionnant deux mesures faites après avoir donné à la source une rotation de 180°, on obtient le flux total, multiplié par le coefficient moyen de réflexion du miroir.

» Ce dispositif ne peut donner de bons résultats que si la perte subie par les rayons est la même pour tous, c'est-à-dire si le coefficient de réflexion du miroir argenté est le même en tous les points.

» Comme en général ce coefficient varie notablement avec l'angle d'incidence, il est préférable d'en limiter les variations en réduisant le miroir à une zone de révolution autour de l'axe optique, d'étendue assez faible pour que l'angle d'incidence soit presque constant; il n'est plus possible

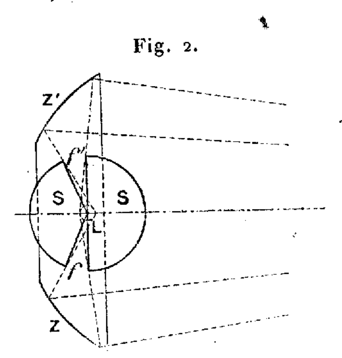
(1) *Comptes rendus*, 11 février 1894.

(2) Dans les calculs numériques, l'intensité et le flux doivent être évidemment évalués chacun en fonction d'une unité de même nature, ainsi qu'on le fait pour toutes les autres quantités physiques. En particulier dans le système pratique international ayant pour base la bougie de $\frac{1}{20}$ de Violle, le mètre et la seconde, l'unité pratique de flux, à laquelle j'ai proposé de donner le nom de *lumen*, est le flux que reçoit une surface de 1^{mq} soumise à l'éclairement de 1 lux (ou 1 bougie à 1^{m}) ou celui qu'émet dans un angle solide de 1 sphéradion une source ayant une intensité uniforme de 1 bougie décimale.

alors de recueillir la moitié du flux mais seulement une fraction qui doit être bien définie.

» Ce résultat est obtenu, comme le montre la *fig.* 2 en entourant la

Fig. 2.



LÉGENDE : Coupe horizontale schématique d'un lumen-mètre à zone.
ZZ' zone ellipsoïdale réfléchissante;
SS' sphère opaque percée suivant deux fuseaux f, f';
L source de lumière à photométrer.

source de lumière L d'une sphère opaque SS', parfaitement noircie intérieurement, ayant son centre sur l'axe optique et munie de deux ouvertures en forme de fuseaux symétriques f, f', limités à deux plans diamétraux verticaux. Les deux flux opposés qui sortent par ces deux fuseaux sont renvoyés sur l'écran diviseur par la zone réfléchissante zz', à laquelle diverses considérations m'ont conduit à donner de préférence (bien que cela ne soit pas nécessaire) la forme d'une zone ellipsoïde de révolution [1], ayant pour foyers le centre de la sphère creuse et un point situé à 3^m de distance; en plaçant l'écran en ce point, on réalise une tache de très faible dimension qui permet de se contenter d'un faible recul pour le photomètre, par rapport auquel elle joue le rôle de source de lumière à mesurer. L'angle de chacun des deux fuseaux étant de 18°, il faudrait dix mesures successives pour étudier tout le flux par parties [2]; mais lorsque la source est de révolution ou à peu près, autour d'un axe vertical, on peut se contenter de deux mesures prises à angle droit (ce qui fait en

---

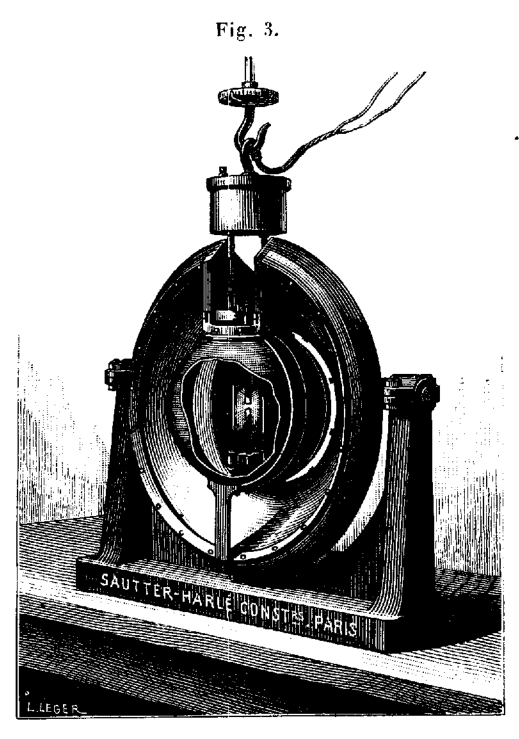
(1) J'ai examiné un grand nombre d'autres dispositifs, comportant en particulier l'emploi d'anneaux catadioptriques de formes diverses; j'indique seulement ici celui qui a été reconnu le plus pratique au point de vue de l'exécution et de l'emploi de l'appareil.

(2) Une seule mesure suffit quand on peut imprimer à la source un mouvement de rotation rapide.

réalité quatre fuseaux). L'emploi simultané de deux fuseaux opposés est d'ailleurs une grande garantie d'exactitude pour la mesure des lampes à arc.

» L'appareil est représenté en perspective par la *fig.* 3, qui en explique suffisamment le mode de construction; l'ouverture réservée à sa partie supérieure, et dont l'influence est négligeable, sert à l'introduction des

Fig. 3.



LÉGENDE : Vue d'ensemble du lumen-mètre à zone.

lampes par le haut (ou par le bas, lorsqu'on retourne l'appareil); une potence permet de suspendre les lampes à arc dans la position convenable; pour faciliter l'introduction des foyers à étudier, une partie de la demi-sphère antérieure est amovible. On remarquera que celle-ci évite toute lumière parasite dans la salle photométrique.

» L'exécution de cet instrument, dont les dimensions dépassent celles des instruments de physique ordinaires, présentait de sérieuses difficultés; elle a pu être menée à bien cependant, grâce au précieux concours de MM. Sautter et Harlé, qui, malgré le caractère purement scientifique de l'appareil, ont bien voulu se charger de le construire à leurs frais dans

leurs ateliers [1] et auront ainsi permis à cette nouvelle méthode d'entrer dans le domaine de la pratique.

» Les dispositifs décrits dans cette Note, et qu'on peut appeler des *Lumen-mètres,* permettent de faire, soit des mesures comparatives, soit même des mesures en valeurs absolues, lorsqu'on a déterminé les coefficients de transmission du miroir et de l'écran; le tarage global de l'appareil à zone avec son écran peut être fait d'ailleurs simplement en plaçant au centre de la sphère un étalon d'intensité horizontale connue I_h. On isole sur les fuseaux une zone équatoriale de hauteur connue et d'assez faible hauteur pour que le flux qui le traverse soit uniforme. Soient σ l'angle solide correspondant, I la puissance lumineuse de la tache de l'écran mesurée au photomètre, le coefficient cherché K est déterminé par le rapport $\frac{I}{\sigma I_h}$.

» Les lectures au photomètre peuvent donner ensuite directement les flux ou les intensités moyennes sphériques en unités correspondantes. »

CHIMIE. — *Sur l'analyse du silicium.* Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Nous avons montré précédemment [2] qu'il était possible, en chauffant de la silice et du magnésium purs, d'obtenir du silicium amorphe titrant 99,60 pour cent. Le produit obtenu en employant des produits commerciaux a donné, comme impuretés dominantes, de la silice et des siliciures d'aluminium et de fer.

» Nous exposerons aujourd'hui les méthodes d'analyse. Disons tout d'abord qu'il importe d'opérer sur une poudre bien sèche. On en prélève $0^{gr},200$ environ qu'on introduit dans un petit tube de verre et qu'on chauffe, pendant quelques minutes, jusqu'au voisinage du rouge.

» 1° Dosage de la silice : *Attaque par le chlore.* — On fait passer un courant de chlore bien sec dans un tube en verre de Bohême, sur le silicium placé dans une nacelle tarée. Lorsque l'appareil, bien sec lui aussi, est plein de ce gaz, on chauffe progressivement. Vers 450°, le silicium prend feu et se volatilise à l'état de chlorure, mais il faut chauffer plus fortement afin d'attaquer les siliciures. L'action terminée,

---

(1) J'avais fait exécuter, dès 1892, un appareil d'essai en cuivre argenté, auquel la difficulté d'entretenir un coefficient de réflexion constant m'a forcé promptement à renoncer.

(2) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 94 et p. 367.

on laisse refroidir dans le chlore, puis on déplace ce dernier gaz par un courant d'hydrogène, à chaud, qu'on laisse dégager ensuite jusqu'à complet refroidissement [1]. On place la nacelle dans le dessiccateur et l'on pèse à nouveau. On a la silice.

» 2° Dosage du silicium : *Attaque par les carbonates alcalins en solution* [2]. — Un poids donné de poudre fine est soumis à l'action prolongée d'une solution de carbonate de potassium, dans un petit ballon à fond plat, d'environ 100^{cc}, chauffé sur un bain de sable. Le silicium et la silice sont transformés en silicate alcalin soluble. On jette sur un filtre taré et l'on détermine ainsi le poids des *matières étrangères moins la silice*. Quant à la partie dissoute, on la traite par l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide, puis on la chauffe d'abord au bain-marie jusqu'à dessiccation complète, ensuite vers 250°, afin d'insolubiliser complètement la silice, ce qui est assez difficile. On reprend par l'acide chlorhydrique étendu, on filtre : la silice reste. On calcine, on pèse. Du poids de silice obtenu, dont on retranche celui fourni par l'attaque au chlore, on déduit la proportion de silicium libre [3].

» 3° Dosage des métaux : *Attaque par un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide azotique*. — Dans une capsule de platine, on place un poids donné de silicium dans lequel on verse de l'acide azotique et de l'acide fluorhydrique bien exempts de chlore. Ensuite, on ajoute goutte à goutte de l'acide sulfurique concentré. Ce dernier élève graduellement la température et finit par amorcer la réaction qui se traduit par la formation de fluorure de silicium qui se dégage et de fluorures métalliques qui restent dans le liquide.

» En évaporant au bain de sable, les métaux se retrouvent à l'état de sulfates. On les dose par les méthodes connues.

» Résultats. — *Analyse du silicium obtenu en employant le quartz et le magnésium du commerce.*

	I [4].	II		III.
Silicium °/₀	89,27	94,14		97,02
Silice °/₀	3,01	1,90		0,66
Siliciures { Fe : 2,18 °/₀ ; Al : 1,12 °/₀ }	7,62	3,92	{ Fe : 0,45 °/₀ ; Al : 0,32 °/₀ }	2,34
	99,90	99,96		100,02

---

(1) Cette précaution est nécessaire, attendu que certains résidus peuvent retenir plusieurs fois leur poids de chlore.

(2) Cette méthode suppose que les chlorures métalliques sont volatils. Dans le cas contraire, on dissout le contenu de la nacelle et l'on détermine sur filtre taré le poids du résidu insoluble.

(3) On peut remplacer la solution de carbonate alcalin par une solution de potasse qui produit une attaque plus rapide; mais cette dernière n'est pas toujours exempte de silice et, de plus, il faut opérer dans un récipient en argent. Enfin l'on peut attaquer par les carbonates alcalins en fusion dans un creuset de platine. On a le silicium total et les métaux.

(4) Les chiffres I, II, III correspondent à des analyses faites sur un même échantillon ayant subi 1, 2, 3 traitements à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique.

» Les siliciures de fer et d'aluminium sont formés au moment de la réduction aux dépens des impuretés du quartz.

Analyse de silicium obtenu en réduisant la silice chimiquement pure par le magnésium distillé et en opérant dans un tube brasqué à la magnésie et traversé par un courant d'hydrogène.

	I.	II.
Silicium	99,09	99,60
Silice	0,68	0,20
Non dosé	0,23	0,20
	100,00	100,00

» On a aussi analysé la variété α préparée par le procédé de Berzélius.

	N° 1 (tube de fer et agitateur en fer).	N° 2 (tube de verre et agitateur en fer).	N° 3 (tube de verre sans agitateur).
Silicium	22,81	41,58	54,21
Silice	12,32	11,18	16,13
Fer	9,16	6,18	2,93
Potassium	5,18	7,35	1,32
Non dosé	50,53	33,71	25,41
	100,00	100,00	100,00

» Pour avoir le silicium β, on a calciné et traité ensuite par l'acide fluorhydrique la variété α. Les rendements ont été très faibles (compris entre 4,09 et 11,59 pour 100) et la matière noire résiduelle ne contenait que très peu de silicium. Enfin, l'analyse a montré que le silicium cristallisé, préparé sans précautions, peut renfermer jusqu'à 5 pour 100 d'impuretés constituées par des siliciures de fer, de zinc, d'aluminium (1). Pour les détruire, le procédé le plus rapide consiste à griller les cristaux à l'air, le silicium se recouvre d'une mince couche de silice qui le protège, tandis que les siliciures sont transformés en silicates fusibles qu'on enlève par l'acide fluorhydrique.

» *Conclusions.* — Lorsqu'on fait agir le potassium sur le fluosilicate, il se produit une série de réactions analogues à celles indiquées par M. Moissan dans la préparation du bore par les métaux alcalins (2). Une grande partie du silicium naissant se combine au potassium en excès et au fer dans lequel on opère. Lorsqu'on traite ensuite par l'eau le produit de la réaction, tandis qu'une nouvelle quantité de silicium disparaît et se transforme en si-

(1) Ceci explique pourquoi le silicium cristallisé projeté dans l'acide fluorhydrique dégage parfois de l'hydrogène d'une façon lente et prolongée.

(2) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 319.

lice, à la faveur du métal alcalin qui n'a pas réagi, les matières étrangères insolubles viennent augmenter la proportion des impuretés [silice, siliciures d'hydrogène ([1]), de potassium, de fer, etc.]. C'est à leur présence que le silicium α doit son activité, sa solubilité dans l'acide fluorhydrique, par exemple. Quant au silicium β, obtenu en chauffant fortement la variété α, il est facile de comprendre que, pendant la calcination, le silicium libre disparaissant de plus en plus, grâce à la présence des matières métalliques, on n'obtienne finalement qu'un corps différant du tout au tout des variétés préparées à haute température. Enfin le fluosilicate, qui est précieux dans la préparation du silicium cristallisé, convient peut-être moins bien quand il s'agit d'obtenir le silicium amorphe. Par suite de son énergie chimique, il attaque les parois des récipients et, comme il est fluide, les matières dissoutes se diffusent constamment dans le liquide et viennent augmenter d'autant les impuretés ([2]). Aussi nous semble-t-il préférable d'employer, dans la préparation du silicium amorphe, des poudres infusibles et inertes, comme la silice et la magnésie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'aldéhyde formique sur les sels ammoniacaux.* Note de MM. A. **Brochet** et R. **Cambier**, présentée par M. P. Schützenberger.

« I. *Chlorhydrate d'ammoniaque; action à froid.* — Dans une Note précédente ([3]), nous avons montré que l'action de l'aldéhyde formique sur les chlorhydrates de monométhylamine et d'hydroxylamine conduit dans le premier cas au chlorhydrate de triméthylène-triamine et dans le second à la formaldoxime ou son polymère triple $(CH^2.AzOH)^3$, avec mise en liberté d'acide chlorhydrique. Dans les deux cas, l'action ne va pas plus loin, les corps formés n'étant pas susceptibles de réagir à leur tour sur l'aldéhyde formique.

» Il n'en est plus de même quand on fait agir l'aldéhyde formique sur

([1]) La présence de l'hydrogène a été constatée au moyen de la trompe.

([2]) Cet inconvénient n'existe pas pour le silicium cristallisé : les matières étrangères sont éliminées grâce au métal dissolvant (aluminium ou zinc) qui n'entraîne que le silicium; de plus, c'est précisément à cause de la fusibilité du fluosilicate que le métal se sépare très facilement.

([3]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 449.

le chlorhydrate d'ammoniaque. Dans ce cas et par analogie avec les précédents, on peut admettre qu'il se forme d'abord le chlorhydrate de triméthylène-triamine $(CH^2.AzH.HCl)^3$, mais cette base *secondaire* agit sur l'aldéhyde formique, une partie de l'azote cesse d'être basique (nous admettons que cela a lieu par suite de la formation de groupes $R.Az = CH^2$). Il en résulte qu'une quantité correspondante d'acide chlorhydrique est mise en liberté. Si, d'une part, nous remarquons que les acides libres tendent à détruire par hydratation les combinaisons de l'ammoniaque avec l'aldéhyde, en régénérant cette aldéhyde, et que, d'autre part, l'aldéhyde formique réagit sur les sels ammoniacaux en mettant une certaine quantité d'acide en liberté, on conçoit facilement qu'il s'établit un *état d'équilibre chimique*, dépendant de la température, des proportions des corps en présence, etc. Cet état d'équilibre pourra être rompu, soit en saturant l'acide au fur et à mesure de sa formation, et nous arriverons ainsi à l'hexaméthylènamine; soit en augmentant la concentration de cet acide, et nous arriverons à régénérer la totalité du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'aldéhyde formique. C'est ce que l'expérience vérifie :

» Si à une solution de chlorhydrate d'ammoniaque on ajoute de l'aldéhyde formique, la liqueur devient fortement acide, elle dissout le phosphate calcique, la craie, etc. Si l'on cherche à neutraliser par un excès de ce dernier corps l'acide formé, l'effervescence très vive du début ne tarde pas à se calmer puis se continue pendant un certain temps jusqu'à ce qu'il n'y ait plus en solution que de l'hexaméthylènamine. Si au contraire nous dissolvons de l'hexaméthylènamine dans un excès d'acide chlorhydrique, et que nous abandonnions cette dissolution à la température ordinaire, nous pourrons bientôt y recueillir un précipité cristallisé de chlorhydrate d'ammoniaque en quantité presque théorique.

» Il est dès lors évident qu'il existe entre l'ammoniaque et l'hexaméthylène-amine une ou plusieurs bases, servant de termes de passage, non isolables à la vérité, mais dont nous avons pu mettre l'existence en évidence de deux façons différentes : 1° en faisant l'étude acidimétrique de la dissolution; 2° en fixant ces bases à l'état de combinaisons insolubles, chloroplatinates ou dérivés nitrosés.

» Nous avons employé une solution contenant 2 molécules CH^2O et 1 molécule AzH^4Cl. Ce dernier sel se trouvait à la dose de 10 pour 100. Le titrage acidimétrique de cette solution, effectué avec la phtaléine comme indicateur, montre qu'elle ne renferme plus trace de chlorhydrate d'ammoniaque, l'alcalinité persistante n'étant obtenue que lorsqu'on a ajouté une quantité de soude correspondant à la totalité de l'acide du chlorhydrate. Au contraire, avec le méthylorange comme indicateur, l'alcalinité persistante est obtenue quand on a ajouté une quantité de soude correspondant aux

trois quarts de l'acide total. A ce moment le produit existant en solution est du chlorhydrate d'hexaméthylène-amine; c'est ce qu'il est facile de vérifier en additionnant la solution de chlorure de platine, on obtient ainsi un chloroplatinate jaune très pâle répondant par son analyse à la formule $(C^6H^{12}Az^4, HCl)^2PtCl^4$. Si l'on additionne la solution primitive du chlorure de platine, on obtient un chloroplatinate dont l'analyse correspond à peu près au chloroplatinate de triméthylène-triamine. Pour obtenir celui-ci dans un état de pureté tel qu'il donne à l'analyse des chiffres théoriques, il faut ajouter à la solution une certaine quantité d'acide chlorhydrique, précisément égale à celle qui est indiquée par le dosage acidimétrique, cette quantité étant nécessaire pour contrebalancer l'action de l'aldéhyde formique sur les groupements *azote secondaire*. Enfin, si l'on ajoute une plus grande quantité d'acide on obtient des chloroplatinates dont la teneur en platine augmente régulièrement, se rapprochant de plus en plus du chloroplatinate d'ammoniaque.

» Nous ferons également remarquer que, par l'action de l'acide nitreux sur l'hexaméthylène-amine, on peut fixer à l'état de dérivés nitrosés deux bases intermédiaires : la pentaméthylène-tétramine (deux fois secondaire et deux fois tertiaire) et la triméthylène-triamine (trois fois secondaire). Ces mêmes dérivés nitrosés ont été préparés par nous en traitant par l'acide nitreux un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et d'aldéhyde formique.

» Si l'on emploie un excès de chlorhydrate d'ammoniaque, on obtient les mêmes résultats que précédemment, mais il subsiste toujours une portion notable de l'aldéhyde qui n'entre pas en réaction.

» *Action à chaud.* — Si l'on vient à chauffer une solution de chlorhydrate d'ammoniaque et de formaldéhyde, renfermant ou non un excès de ce dernier corps, la formaldéhyde réagit sur la triméthylène-triamine d'abord formée, et l'on obtient du chlorhydrate de *monométhylamine*, en même temps que se dégage de l'acide carbonique, suivant l'équation

$$2(CH^2.AzH.HCl)^3 + 3CH^2O + 3H^2O = 6(CH^3.AzH^2.HCl) + 3CO^2.$$

» Le rendement est théorique.

» Si le chlorhydrate d'ammoniaque est en grand excès, le produit obtenu est très pur et ne renferme qu'une faible quantité de chlorhydrate de triméthyltriméthylène-triamine dont on peut, du reste, le débarrasser aisément par cristallisation dans l'alcool. Si l'aldéhyde est en grand excès, on arrive finalement au chlorhydrate de *triméthylamine* par une série de réactions identiques.

» II. *Autres sels ammoniacaux.* — L'action de la formaldéhyde sur le

sulfate ammonique a été étudiée par Plöchl (1). Il constata l'acidité du mélange fait à froid et reconnut qu'en chauffant ce mélange contenant un grand excès d'aldéhyde on arrivait au sulfate de triméthylamine. Il avait d'abord pensé obtenir par cette réaction des bases pyridiques, comme il en a obtenu du reste en chauffant les autres aldéhydes avec les sels ammoniacaux.

» Les autres sels ammoniacaux donnent avec la formaldéhyde des résultats semblables; avec le benzoate, une partie de l'acide est précipité; avec le carbonate il y a effervescence, une partie de l'acide se dégage de suite, le reste s'élimine peu à peu; finalement il ne reste que de l'hexaméthylène-amine; ce à quoi l'on arrive du reste en laissant digérer en milieu neutre (en présence de craie) un sel ammoniacal quelconque et la formaldéhyde. Si l'on opère à chaud on obtient des méthylamines, en même temps que du méthylal provenant d'une réaction secondaire entre l'aldéhyde formique et l'alcool méthylique que les solutions commerciales d'aldéhyde renferment comme impureté.

» L'azotate et le chromate d'ammoniaque se conduisent avec la formaldéhyde comme les autres sels ammoniacaux (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chlorures acides et les aldéhydes chlorés.* Note de M. **Paul Rivals**.

« J'ai entrepris d'étudier les chlorures de quelques acides organiques et, en particulier, des acides chlorés, et j'ai cherché à comparer les chaleurs de formation de ces composés aux chaleurs de formation des aldéhydes chlorés isomériques, problème intéressant à cause de la différence des fonctions des deux séries d'isomères et des groupements substitués. Voici les premiers résultats de mes recherches. Ils sont relatifs aux chlorures acides dérivés des acides acétique, chloracétique et trichloracétique et aux aldéhydes chlorés isomères.

» Le chlorure acétique, ainsi que le bromure et l'iodure, ayant été l'objet des recherches de MM. Berthelot et Louguinine, je me suis attaché aux dérivés chlorés du premier composé.

---

(1) Plochl, *D. chem. Ges.*, t. XXI, p. 2117.
(2) École de Physique et de Chimie industrielles.

» 1. *Chlorure d'acétyle monochloré*. — Il s'obtient facilement par l'action du chlore sur le chlorure d'acétyle en présence de l'iode. On obtient le produit pur et en grande quantité. J'en ai pris la densité de vapeur : poids du litre ramené à 0° et à $760^{mm} = 5^{gr},26$; poids normal $= 5^{gr},07$.

» Comme ce chlorure n'est pas décomposé par l'eau immédiatement, j'ai préféré le décomposer par la potasse étendue, et retrancher du nombre obtenu les chaleurs de neutralisation en liqueur étendue des acides chlorhydrique et chloracétique.

» J'ai trouvé :

Chaleur de décomposition par la potasse étendue........... $+52^{Cal},65$

d'où l'on déduit :

Chaleur de décomposition par l'eau en liqueur étendue...... $+24^{Cal},25$

et par suite :

Chaleur dégagée par la réaction :
$C^2H^2Cl^2O$ liq. + H^2O liq. = $C^2H^3ClO^2$ sol. + HCl gaz.... $+ \ 9^{Cal},4$
Chaleur de formation à partir des éléments du chorure d'acétyle monochloré.................................... $+69^{Cal},8$
Chaleur dégagée par la réaction de substitution :
C^2H^3OCl liq. + Cl^2 = $C^2H^2Cl^2O$ liq. + HCl gaz.......... $+27^{Cal},1$

» 2. *Chlorure de trichloracétyle*. — Ce corps, préparé par l'action du trichlorure de phosphore sur l'acide trichloracétique, purifié et analysé, m'a donné les nombres suivants :

Chaleur de décomposition par la potasse étendue................ $+ 52^{Cal},6$
d'où je déduis la chaleur de décomposition par l'eau en solution étendue, soit.. $+ 24,8$
et la chaleur dégagée par la réaction
C^2Cl^4O liq. + H^2O liq. = $C^2Cl^3O^2H$ sol. + H Cl gaz.............. $+ \ 4,5$
On a finalement la chaleur de formation à partir des éléments du chlorure de trichloracétyle liquide.......................... $+ 93,2$
et la chaleur dégagée par la réaction de substitution
C^2H^3OCl liq. + 3 Cl^2 = C^2Cl^4O liq. + 3 H Cl gaz................. $+ 31,5 \times 3$

» On voit donc que la décomposition des chlorures par l'eau donne des nombres peu différents de ceux que MM. Berthelot et Louguinine ont obtenus pour les chlorures d'acétyle ($+ 23^{Cal}, 3$), de butyryle ($+ 21^{Cal}, 7$), de valéryle ($+ 20^{Cal}, 17$). Plus récemment, M. Berthelot a montré que la décomposition par l'eau du chlorure de malonyle, dérivé d'un acide bibasique, dégage $+ 44^{Cal}, 2$, soit $22^{Cal}, 1 \times 2$, ce qui concorde.

» En outre, les chaleurs de formation des chlorures acétique, chloracétique et trichloracétique croissent assez régulièrement; ce qui permet d'estimer la valeur probable de la chaleur de formation par les éléments du chlorure d'acétyle dichloré; elle serait voisine de 80^{Cal}.

» On aurait alors pour les réactions de substitutions successives du chlore à l'hydrogène dans l'aldéhyde acétique avec formation de chlorures acides :

» Pour le chlorure acétique

$$C^2H^4O \text{ liq.} + Cl^2 = C^2H^3OCl \text{ liq.} + HCl \text{ gaz}\ldots \quad +29^{Cal},6;$$

» Chlorure chloracétique

$$C^2H^4O \text{ liq.} + 2Cl^2 = C^2H^2Cl^2O \text{ liq.} + HCl \text{ gaz}\ldots \quad +56^{Cal},7 \text{ ou } +28^{Cal},35 \times 2;$$

» Chlorure trichloracétique

$$C^2H^4O \text{ liq.} + 4Cl^2 = C^2Cl^4O \text{ liq.} + 4HCl \text{ gaz}\ldots \quad +124^{Cal},1 \text{ ou } 31^{Cal},3 \times 4.$$

» Comparons ces nombres avec la substitution du chlore dans l'acide acétique, en rapportant tous les acides au même état solide :

$$C^2H^4O^2 \text{ crist.} + \ \ Cl^2 = C^2H^3ClO^2 \text{ crist.} + \ \ HCl \text{ gaz}\ldots \quad +28^{Cal},2,$$
$$C^2H^4O^2 \text{ crist.} + 3Cl^2 = C^2HCl^3O^2 \text{ crist.} + 3HCl \text{ gaz}\ldots \quad +90^{Cal},9 \text{ ou } +30^{Cal},3 \times 3.$$

» L'excès thermique, observé dans la dernière substitution, répond à l'opposition observée par M. Louguinine, entre le signe de la chaleur de dissolution de l'acide trichloracétique dans l'eau ($+2^{Cal},9$) et celles des acides acétique ($-2^{Cal},1$) et monochloracétique ($-2^{Cal},9$); opposition qui amène un certain changement dans la constitution de l'acide perchloré.

» Quoi qu'il en soit, la marche des nombres est semblable dans les deux séries. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublement de l'acide butane-2-oloïque (α-oxybutyrique).* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan**, présentée par M. Friedel.

« L'acide α-oxybutyrique de synthèse $CH^3.CH^2.CH.OH.COOH$, tel qu'on l'obtient par la méthode de M. Markownikow [1] (décomposition de l'acide bromobutyrique par l'hydrate de baryte), est un racémique.

(1) Markownikow, *Liebig's Annalen*, t. CLIII, p. 242.

Nous sommes parvenus à le dédoubler en ses deux composants, dextrogyre et lévogyre.

» Nous avons suivi le procédé, devenu classique, de M. Pasteur, basé sur les différences de solubilité des sels formés avec des bases actives, procédé qu'il nous a paru avantageux de mettre en œuvre de la façon suivante :

» En premier lieu, nous avons recherché, par quelques essais préliminaires, quels étaient, parmi les sels de l'acide α-oxybutyrique avec les bases actives, ceux qui donnent des cristaux bien formés; chacun de ces essais peut se faire avec une très petite quantité d'acide neutralisée par la quantité équivalente d'une base active (quelques décigrammes). Nous avons reconnu que les sels de quinine, de strychnine, de brucine présentent ce caractère, bien qu'à des degrés différents, tandis que le sel de cinchonine ne cristallise que très difficilement.

» Cela fait, une seconde série d'essais préliminaires, exécutés chacun sur 10^{gr} d'acide oxybutyrique, nous a démontré que, parmi les trois sels aptes à la cristallisation, ceux de strychnine et de brucine permettent seuls d'effectuer une séparation un peu nette de la combinaison racémique en ses deux isomères actifs. Nous entendons par là une séparation suffisante pour que les déviations polarimétriques observées, même sur des dissolutions un peu étendues, ne puissent être attribuées aux traces d'alcaloïdes restés en solution. A cet effet, les sels obtenus par cristallisation ont été décomposés par l'ammoniaque. Il importe d'effectuer ces décompositions sur des quantités équivalentes des divers sels, en employant le même volume de solution ammoniacale; après quelques heures de digestion, le liquide filtré, séparé de la base régénérée, est ramené dans chaque essai à un même volume, puis examiné au polarimètre. Les déviations observées indiquent immédiatement celle des bases employées qui produit la meilleure séparation. Dans nos expériences, c'était la brucine.

» Ce point étant établi, nous avons enfin procédé au dédoublement de l'acide oxybutyrique, en quantité un peu considérable, et nous avons pu constater que la séparation des deux isomères actifs s'opère avec une grande netteté par cristallisation du sel de brucine; toutes nos cristallisations ont été faites pendant l'hiver à des températures qui n'ont pas dépassé 10°; les températures les plus basses nous ont paru favorables à la séparation des deux isomères.

» Par des concentrations successives, la solution aqueuse de l'oxybutyrate de brucine laisse déposer des cristaux du sel dérivé de l'acide lévogyre,

puis un mélange des deux sels, enfin le sel dérivé de l'acide dextrogyre.

» Pour juger du degré de pureté des sels qui se déposent après chaque concentration, le procédé qui nous a paru le plus expéditif consiste à décomposer, comme précédemment, par un volume d'ammoniaque et dans des conditions toujours identiques, un poids constant de 2^{gr} de sel de brucine. Les observations polarimétriques effectuées sur les solutions ammoniacales filtrées permettent de suivre la marche de la séparation.

» A titre d'exemple, voici les résultats obtenus dans une expérience de dédoublement :

	Déviation α_D pour $L = 2^{dcm}$ solution ammoniacale.
Première cristallisation	$-0°,385$
Deuxième »	$-0,388$
Troisième »	$-0,380$
Quatrième »	$-0,07$
Cinquième »	$+0,16$

» Les trois premières cristallisations, en raison de l'identité des déviations observées, peuvent être considérées comme donnant l'acide lévogyre déjà très pur. Ce fait est confirmé par les observations suivantes :

» Le sel de brucine, provenant d'une première cristallisation, a été soumis à une seconde cristallisation fractionnée; trois dépôts successifs ont donné lieu aux observations polarimétriques $-0°,386$, $-0°,390$ et $-0°,30$ dans les mêmes conditions que ci-dessus.

» D'autre part, dans toutes nos expériences de dédoublement, les déviations propres aux premières cristallisations ont toujours été comprises entre $-0°,380$ et $-0°,392$. La moyenne était $-0°,385$.

» Au degré de concentration de nos solutions, cette déviation de $-0°,385$ pour $L = 2^{dcm}$ correspond à un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -13,9$ environ, pour l'oxybutyrate d'ammonium.

» Le liquide filtré, provenant de la cinquième cristallisation ci-dessus, était trop épais pour être concentré davantage sans altération; il a été décomposé par l'ammoniaque pour en retirer un acide dextrogyre déjà fortement actif.

» Au total, nous avons opéré sur $105^{gr},7$ d'acide oxybutyrique racémique pour obtenir $34^{gr},8$ d'acide gauche pur, ce qui représente, en acide gauche, les $\frac{66}{100}$ du rendement théorique.

» En raison des variations rapides du pouvoir rotatoire que subissent avec le temps les solutions des acides-alcools, telles qu'elles ont été observées par M. Wislicenus et par d'autres savants (¹), notamment avec l'acide

(¹) Voir Van't Hoff, *Lagerung* ..., 1894.

lactique, nous avons cru bien faire de caractériser l'acide oxybutyrique gauche par le pouvoir rotatoire de son éther isobutylique. Ce dernier s'obtient aisément en traitant par l'acide chlorhydrique sec le sel de baryum pulvérisé, en suspension dans l'alcool isobutylique. Cet éther bout à 190°-200°; sa densité est de 0,919 à 15°; son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -7,7$.

» L'acide dextrogyre, provenant des eaux-mères des diverses cristallisations des sels de brucine et contenant encore une petite quantité de combinaison racémique, donne un éther isobutylique de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +5°,7$. L'acide droit ne contiendrait donc que 74 pour 100 d'acide actif.

» Nous avons commencé l'étude des éthers dérivés de l'acide lévogyre; ceux-ci sont aussi lévogyres. Nous reviendrons sur leurs propriétés lorsque ce travail sera plus avancé (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide daturique*. Note de **E. Gérard**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note présentée à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXI, p. 305), j'ai fait connaître un nouvel acide gras, l'acide daturique $C^{17}H^{34}O^2$, composé qui, dans la série des acides gras naturels, se place entre l'acide palmitique et l'acide stéarique. Un article de M. J. Dupont, publié récemment dans l'un des derniers fascicules du *Supplément au Dictionnaire de Chimie* de Wurtz, se termine par la phrase suivante :

« M. Arnaud (*Communication particulière*) révoque en doute l'existence de l'acide daturique comme espèce chimique. Le produit désigné sous ce nom ne serait, d'après lui, qu'un mélange d'acides gras, renfermant principalement les acides stéarique et palmitique. L'erreur des auteurs précédents proviendrait des petites quantités de matières sur lesquelles ils ont opéré leurs fractionnements. »

» Je pourrais me servir ici des arguments fournis par d'autres chimistes, MM. Noerdlinger (*D. Chem. G.*, t. XXV, p. 578) et MM. Wanklyn et Johnstone (*Chem. and Drugg.* 1892) qui, en partant de produits autres que ceux que j'avais traités, ont isolé après moi un acide de même formule que l'acide daturique, par des méthodes différentes des miennes.

» Je me contenterai de rappeler les précautions que j'ai prises (*Annales*

(¹) Genève. Laboratoire de Chimie de l'Université.

de Chimie et de Physique, 6e sér., t. XXVII, p. 549) pour éviter l'erreur dont il s'agit, et de faire connaître quelques observations nouvelles.

» 1° On n'arrive pas, en mélangeant de l'acide stéarique et de l'acide palmitique purs, à obtenir un mélange fondant au-dessous de 55°; or l'acide daturique pur fond à 54°,5.

» 2° 2gr d'acide daturique pur, antérieurement isolé par précipitations fractionnées et cristallisations successives, d'un point de fusion de 54°,5, ont été fractionnés en sept parties par la méthode de Heintz; chaque partie ayant été cristallisée deux fois, les sept parties fondent encore à 54°,5. En outre, les produits de ces différents fractionnements forment des sels contenant tous des quantités de métal correspondant à la formule de l'acide daturique (*Ann. de Chimie et de Phys.*, 6e série, t. XXVII, p. 557 et suiv.).

» 3° Les éthers éthylique et méthylique de l'acide daturique pur fondent respectivement à 26°,7 et à 30°; les acides provenant du fractionnement et des traitements précédents fournissent des éthers fondant encore à 26°,7 et à 30°, même après deux cristallisations dans l'alcool, une dans l'éther de pétrole et une dans la benzine pour le premier, même après trois cristallisations dans l'alcool méthylique pour le second. De plus, l'acide régénéré des éthers ainsi purifiés fond toujours à 54°,5.

» 4° J'ai montré (*Journ. Pharm. et Chim.*, 5e série, t. XXVIII, p. 448) que, si l'on applique à un mélange d'acide stéarique et d'acide palmitique la précipitation fractionnée suivant les indications de Heintz, on arrive à recueillir un mélange d'acides fondant à 55°,5-56°, que des fractionnements ultérieurs ne réussissent pas à séparer. Mais j'ai fait voir aussi (même Recueil) qu'il suffit de soumettre ce mélange d'acides à des cristallisations successives dans l'alcool, pour avoir, dès la première cristallisation, un produit riche en acide stéarique et fondant entre 63° et 64°. Aucune séparation de ce genre ne peut être réalisée ainsi avec l'acide daturique fondant à 54°,5.

» 5° De l'acide daturique pur a été transformé en sel de magnésie, de plomb, de cuivre, de baryte et de zinc; tous ces sels ont été soumis à plusieurs cristallisations dans l'alcool. Non seulement les sels ainsi purifiés m'ont donné, à l'analyse, des résultats conformes à la formule générale $C^{17}H^{33}MO^2$; mais, en outre, les acides régénérés fondaient encore invariablement à 54°,5. Est-il admissible qu'il puisse en être ainsi pour tous les sels avec un mélange?

» 6° La dissociation, par l'eau, des sels de soude, des acides gras supérieurs, est connue depuis Chevreul. Si l'on traite par l'eau du daturate de

soude neutre et pur, il se décompose en bidaturate de soude, que j'ai décrit; or, non seulement ce sel, recristallisé dans l'alcool, a la composition voulue, mais l'acide qu'il régénère fond toujours à 54°,5. De plus, le sel acide, lavé à l'éther, se décompose en sel neutre insoluble et acide libre soluble. L'acide du sel neutre fond bien exactement à 54°,5.

» Il en est de même pour le sel de potasse. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Glycogène dans le sang chez les animaux normaux et diabétiques.* Note de M. **M. Kaufmann**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les résultats que j'ai obtenus dans l'étude de la répartition et de la migration de la matière glycogène, dans l'organisme animal, mettent en évidence les deux faits suivants :

» 1° *La matière glycogène est un élément constitutif du sang normal;*

» 2° *Le sang des animaux rendus diabétiques par l'extirpation du pancréas, renferme une quantité de glycogène beaucoup plus considérable que celui des animaux sains.*

» La présence du glycogène dans le sang a été signalée par Salomon d'abord, puis par Huppert et Czerni. Mais il restait à fixer le point suivant, à savoir, si cette matière constitue réellement un élément normal et constant du sang de l'homme et des animaux.

» Dans mes recherches, j'ai toujours trouvé le glycogène dans le sang artériel et le sang veineux de tous les animaux sur lesquels j'ai expérimenté (cheval, bœuf et chien), quelles que fussent d'ailleurs les conditions physiologiques dans lesquelles se trouvaient les sujets. Ce résultat positif me conduit à considérer le glycogène comme un élément normal et toujours présent dans le sang.

» Normalement la matière glycogène est fort peu abondante dans le liquide sanguin; souvent elle n'y existe qu'à l'état de traces, d'autres fois, sa proportion s'élève à 10 et même 25^{mgr} par litre. Je ne puis ici exposer les conditions physiologiques qui modifient la proportion du glycogène du sang; je reviendrai ultérieurement sur ce point.

» Les dosages comparatifs que j'ai faits établissent que, chez les diabétiques, le glycogène est jusqu'à vingt fois plus abondant dans le sang que chez les animaux normaux. Tandis que chez ces derniers la proportion de glycogène du sang ne dépasse pas 25^{mgr}, elle peut atteindre chez les diabé-

tiques jusqu'à 500^{mgr} par litre. Dans le diabète sucré, il y a donc à la fois dans le sang, excès de sucre, excès de glycogène et excès d'urée.

» Ces deux faits : présence constante du glycogène et de la glycose dans le sang des animaux normaux, et surabondance de ces mêmes substances dans celui des diabétiques, ont une grande portée au point de vue de la physiologie générale de la nutrition et de la pathologie.

» Ils confirment la vue de Cl. Bernard, d'après laquelle le sucre, formé dans le foie et déversé dans le sang, dérive toujours du glycogène. Cette substance semble représenter la forme transitoire que doivent nécessairement prendre les matières nutritives avant de devenir du sucre. Le travail d'élaboration qui s'accomplit dans le foie comprend deux actes : le premier par lequel les matières hydrocarbonées, graisses et albuminoïdes, sont transformées en glycogène ; le deuxième par lequel ce glycogène formé est en partie transformé aussitôt en sucre et en partie déversé en nature dans le sang, qui le transporte dans les muscles, où il se met en réserve pour subvenir aux besoins ultérieurs.

» Ils viennent également appuyer la doctrine générale de M. Chauveau, sur la transmutation de la matière et de l'énergie, sur le mode de destruction et de reconstitution du potentiel énergétique dans l'organisme animal.

» Enfin ils rendent compte de certains faits pathologiques incomplètement expliqués, par exemple, de l'accumulation, chez les diabétiques, de glycogène dans le réseau capillaire et le tissu de certains organes tels que les centres nerveux et le rein, qui, d'ordinaire, n'en renferment que des traces, de la présence du glycogène dans les urines diabétiques. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la signification du dégagement d'acide carbonique par des muscles isolés du corps, comparée à celle de l'absorption de l'oxygène.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. A. Chauveau.

« D'après Valentin, Matteucci, les muscles de la grenouille, isolés du corps et placés dans l'air, absorbent plus d'oxygène qu'ils n'en rendent à l'état d'acide carbonique.

» D'après Hermann, il faudrait voir, dans l'absorption d'oxygène d'une part, dans la production d'acide carbonique d'autre part, deux phénomènes absolument distincts, sans rapport l'un avec l'autre ni avec les phénomènes d'activité du muscle.

» Mes expériences m'ont montré, en effet, qu'il n'y a pas de rapport constant entre CO^2 et O^2, et que, à l'état de repos, ce rapport peut être indifféremment plus petit que 1, égal à 1 ou plus grand que 1.

» De telles différences sont certainement placées sous l'influence de causes bien déterminées. J'ai cherché à les établir à l'aide de plusieurs séries d'expériences, destinées à me renseigner sur les relations qui existent entre l'activité des absorptions et des exhalaisons gazeuses du muscle isolé et l'activité de ses propriétés physiologiques survivantes.

» J'exposerai d'abord les expériences qui avaient pour but essentiel de démêler la signification générale du dégagement d'acide carbonique, et dont les résultats d'ensemble sont exprimés dans les propositions suivantes :

» 1° La quantité totale d'acide carbonique dégagée par un muscle placé dans l'air n'a aucun rapport avec les phénomènes d'activité physiologique dont le muscle isolé est encore le siège.

» 2° Seule, la quantité d'oxygène absorbée est en relation avec les phénomènes physiologiques du muscle.

» Les faits qui justifient ces propositions appartiennent à plusieurs catégories d'expériences, visant en même temps d'autres points. Je me bornerai à citer maintenant celles qui se rapportent plus spécialement à l'objet actuel.

» *Expérience I.* — On prend le train postérieur de trois grenouilles de même taille, et l'on en sépare les pattes au niveau du pubis. Les six pattes, dépouillées et débarrassées du pied, à partir de l'articulation tarso-métatarsienne, sont introduites chacune, sous le mercure, dans une cloche contenant de l'air, dont on a eu soin de mesurer très exactement le volume. Chaque cloche contient, du reste, à très peu de chose près, la même quantité d'air. Les six cloches sont placées dans des étuves à des températures différentes. Au bout d'une heure et demie, on retire les pattes et on analyse les gaz, en recherchant seulement la quantité d'acide carbonique produite. Voici les résultats obtenus :

	Température.	Quantité d'acide carbonique dégagée.
	°	cc
A	17	0,170
	28	0,389
	36	0,438
	50	0,691
	62	0,745
	70	0,776

» Si l'on ne considérait que les chiffres d'acide carbonique inscrits dans ce tableau, et si, selon la manière de voir de la plupart des physiologistes, le dégagement de ce

gaz était pris comme témoin de l'activité des phénomènes physiologiques, on serait amené à cette conclusion absurde, que c'est quand le muscle est tué par la chaleur qu'il a la plus grande activité physiologique.

» *Expérience II.* — La même expérience est répétée en faisant, cette fois, le dosage de l'oxygène seulement. Les résultats obtenus sont bien différents, comme l'indique le Tableau suivant :

Température.	Quantité d'oxygène absorbée.
°	cc
A 15,0	0,210
21,0	0,296
27,0	0,480
33,5	0,477
37,0	0,418
42,0	0,105

» Ainsi, la quantité d'oxygène absorbée par le muscle croît d'une manière considérable jusqu'à un certain degré, qui est l'optimum (vers 30°); elle décroît ensuite brusquement si la température continue à s'élever. Au delà de 42°, température incompatible avec la conservation de l'excitabilité du muscle, l'absorption de l'oxygène cesse bientôt complètement.

» D'après ces deux expériences, qui ont été répétées plusieurs fois avec le plus grand soin, toujours avec les mêmes résultats, il y a désaccord complet entre les indications fournies par les quantités d'acide carbonique exhalées et celles d'oxygène absorbées.

» La quantité d'acide carbonique totale, dégagée par un muscle isolé du corps, ne saurait être prise pour la mesure de l'activité physiologique de ce muscle.

» L'absorption de l'oxygène est seule liée étroitement à la manifestation de cette activité, l'absorption étant au maximum quand l'activité musculaire bat son plein, au minimum quand celle-ci est éteinte ou sur le point de s'éteindre (¹). »

MICROGRAPHIE. — *Sur la structure et les affinités des* Microsporon. Note de M. PAUL VUILLEMIN, présentée par M. Bouchard.

« Le genre *Microsporon* a été créé par Gruby (1843) pour un organisme habitant la peau humaine et caractérisé par un corps arrondi, muni ou non d'une excroissance gemmiforme. Divers auteurs ont pensé que cette diagnose

(¹) Travail du laboratoire de M. A. Chauveau, au Muséum.

ne différenciait pas botaniquement les *Microsporon* à l'égard des *Saccharomyces*. D'autres ont étendu cette désignation à des espèces filamenteuses (*M. furfur* Robin 1853, *M. minutissimum* Balzer 1883). Le parasitisme et le rôle pathogène des *Microsporon* sont contestés comme leur autonomie. Une connaissance plus approfondie de leurs caractères morphologiques et biologiques pouvait seule nous apprendre, d'une part s'ils constituent un genre distinct à la fois des *Saccharomyces* et des formes filamenteuses, d'autre part, s'ils possèdent des moyens d'action capables de modifier la vitalité des tissus épidermiques.

» Je me suis adressé à une espèce signalée par Rivolta (1873), étudiée avec soin par Malassez (1874) et depuis par de nombreux observateurs. Vidal a proposé pour cet organisme le nom de *Torula vulgaris* (4 janvier 1879). Malassez avait, dans son premier travail, constaté la ressemblance de cette espèce avec le *Microsporon Audouini*. Nous la désignerons par le nom de *Microsporon vulgare*, qui a la priorité sur *M. ovale*, *M. Malassezi* et autres synonymes.

» *Structure*. — La membrane est réduite, au sommet, à une calotte excessivement mince et extensible. Elle atteint sa plus grande puissance et sa plus grande rigidité au contact de la calotte, où elle est renforcée par trois ou quatre arêtes longitudinales s'éteignant progressivement vers le tiers supérieur. Elle est perforée de ponctuations que Bizzozero a observées (1884) sans en comprendre la nature. Ces ponctuations existent constamment à la base; elles sont inconstantes et disséminées sans ordre sur les côtés.

» Le cytoplasme renferme une, rarement deux vacuoles. La vacuole augmente rapidement de diamètre dans certains réactifs et dans l'eau, surtout chez les jeunes sujets. Si le corps n'a pas été tué, la vacuole se contracte à plusieurs reprises. La systole est brusque, la diastole dure de deux à trois minutes; une nouvelle systole se produit au bout de dix minutes; puis la fatigue espace davantage les contractions; bientôt la tétanisation est complète et le corps, définitivement distendu, meurt. Dans les cellules plus âgées, la membrane affermie lutte victorieusement contre la pénétration de l'eau.

» Des granulations sombres sont disséminées dans le cytoplasme, notamment autour de la vacuole. Elles pourraient en imposer pour un noyau, mais elles se colorent en rose par un mélange de fuchsine et de vert d'iode. Le véritable noyau, moins apparent, fixe le réactif vert : c'est une sphère mesurant $0^{\mu},4$ de diamètre, appliquée contre la paroi vers le milieu du corps. Le noyau est unique, que le *Microsporon* soit muni ou non d'une excroissance terminale.

» Le prétendu bourgeon n'est qu'une hernie cytoplasmique soulevant la calotte amincie, étranglée à la base par l'anneau épaissi de la membrane. Sous l'action des réactifs qui dilatent la vacuole, il subit une forte tension et s'arrondit. Sur le vivant, son extrémité, irrégulière, se déforme activement et se couvre de mamelons fixant la fuchsine moins énergiquement que le reste du cytoplasme. Des pseudopodes rétrac-

tiles, se colorant mal, sortent par les pores de la membrane. Dans leur état d'expansion complète, ils sont formés d'un pédicelle grêle, surmonté d'un bouton qui ne dépasse pas $0^{\mu},5$.

» *Division.* — Quand le corps unicellulaire a atteint 5^{μ}-6^{μ} sur 3^{μ}, le noyau se divise. J'ai vu deux noyaux juxtaposés dans le plan transversal; une cellule de même âge contenait un noyau faiblement coloré par le vert d'iode, atteignant environ 1^{μ} de diamètre. Cet aspect semble indiquer une refonte du noyau comme dans la division indirecte, plutôt qu'un simple étranglement.

» A la même époque, la membrane se gonfle et se décolle, ne laissant qu'une mince couche au contact du protoplasme. Elle entrave la pénétration des réactifs et je n'ai pas suivi plus loin la division des noyaux. Le corps cellulaire se contracte en boule et se partage à plusieurs reprises, donnant des bourgeons endogènes au nombre de 2 à 40 et davantage. Les cellules-filles prennent la structure de la mère. Au début la vacuole est peu apparente, le corps n'est pas plus renflé que le rostre, les arêtes sont situées vers le milieu de la cellule. L'aspect définitif avec le rostre étranglé et les pseudopodes est réalisé avant que les cellules-filles se soient échappées. Quand la division s'est opérée régulièrement, on a une colonie de cellules équivalentes dans un sac formé par le corps maternel. Parfois les produits des premières divisions s'organisent prématurément, puis donnent une nouvelle génération endogène; on a des colonies de divers ordres emboîtées les unes dans les autres. Un cytoplasme clair, vacuolaire, réfractaire aux colorants, remplit les interstices laissés entre les cellules-filles et se continue par des pseudopodes à travers les pores dilatés de l'enveloppe commune. Le plasma périphérique, dont les pseudopodes sont les expansions, s'est donc séparé du plasma central consacré à la production des bourgeons endogènes.

» *Fécondation.* — Des individus égaux, de petite taille, sont unis deux à deux par le rostre. La situation des vacuoles et la direction des arêtes montrent qu'il ne s'agit pas d'une division transversale. Dans un état plus avancé de l'accouplement, les rostres sont confondus, puis effacés; les arêtes des deux individus sont rapprochées. Le corps est alors elliptique, muni d'une vacuole à chaque foyer. A ce stade, j'ai vu deux noyaux rapprochés sur le plan équatorial entre les deux vacuoles, tandis que la membrane commençait à se gonfler. Ce phénomène est une fécondation isogame. D'autres aspects laissent supposer que le contenu d'un des gamètes peut aussi passer dans le corps de l'autre.

» *Affinités.* — Le *Microsporon vulgare* s'éloigne définitivement des *Saccharomyces*, dont il n'a pas même les bourgeons. Il ressemble aux Algues du groupe des Cénobiées, par l'isogamie, le mode de formation des colonies, la présence des pseudopodes et d'une vacuole pulsatile. Il en diffère par l'absence de chlorophylle et de flagella. Le rostre est un vestige modifié de la base d'implantation des organes natatoires. Les Microsporées représentent une nouvelle série du groupe hétérogène des Phycomycètes, c'est-à-dire des Champignons qui gardent presque intact l'héritage des Algues. Elles dérivent des Cénobiées comme les *Saprolegnia* des Siphonées, comme

les *Entomophthora* des Conjuguées. Comme les Volvocinées, elles ont aussi des affinités avec les Protozoaires. Du genre *Microsporon*, fixé par la description précédente, on exclura les formes filamenteuses.

» *Parasitisme.* — Le *Microsporon vulgare* n'est pas un parasite nécessaire. Conservé *in vitro* sur des squames épidermiques maintenues humides, il était, au bout de trois mois, parfaitement vivant, muni de noyaux en pleine division. On le trouve en abondance sur l'épiderme sain. Cependant je n'ai pas observé de prolifération plus active ni de colonies plus populeuses qu'au contact des cellules nucléées, dans l'épiderme des taches naissantes du pytiriasis simple. Doué d'une structure presque animale, muni de pseudopodes comparables à des suçoirs, le *Microsporon* peut s'insinuer activement entre les cellules vivantes, les rançonner, en altérer le contenu. Sa puissance irritante est tout autre que celle d'une poudre inerte de granulations infimes. Les *Microsporon* sont donc armés pour le parasitisme. Cette donnée nouvelle pourra éclairer leur rôle pathogène. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement embryonnaire d'un Dromiacé du genre* Dicranodromia. Note de M. **Eug. Caustier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'origine des Dromiacés, c'est-à-dire des Crabes qui servent de point de départ à l'important groupe des Brachyures, a été très discutée dans ces dernières années. Les uns, comme M. Claus (¹) et récemment M. Ortmann (²), leur attribuent une origine anomourienne; les autres, comme M. Boas (³) et récemment M. G. Cano (⁴), les rattachent à des formes macrouriennes voisines des Thalassinidés. Enfin, tout dernièrement, M. E.-L. Bouvier (⁵) montrait que les Crabes doivent se rattacher directement à la tribu des Homariens par l'intermédiaire des Dromiacés. L'étude du développement pouvant apporter quelque indication sur cette question, il m'a paru intéressant de résumer les observations que j'ai faites dans ces der-

(1) C. Claus, *Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen* (*Arbeit. der Zool. Inst. zu Wien.*, t. VI, p. 74; 1885).

(2) A. Ortmann, *Die Decapoden Krebse der Strasburger Museum* (*Zoolog. Jahrbüch*, B. VI; 1892).

(3) J. Boas, *Studies on Decapodernes Slægbskabsforbold;* 1880.

(4) G. Cano, *Sviluppo dei Dromidei* (*Atti della R. Accad. Scienze Napoli*, vol. VI).

(5) E.-L. Bouvier, *Comptes rendus;* 1894.

niers temps, sur un Dromiacé du genre *Dicranodromia*. Grâce à l'obligeance de M. A. Milne-Edwards qui a bien voulu me confier les œufs des Crustacés abyssaux recueillis par le *Blake* et le *Talisman*, j'ai pu étudier le développement embryonnaire de la *Dicranodromia ovata* (A. Milne-Edwards). Cette espèce, draguée par le *Blake* à une profondeur de 180 brasses, porte de gros œufs qui peuvent atteindre 2^{mm} de diamètre. Cette dimension, qui est en rapport avec une abondance de matière nutritive, fait prévoir un développement plus prolongé. Dans les œufs étudiés, l'embryon, en effet, possède tous ses appendices céphaliques et thoraciques, et son abdomen, nettement segmenté, est déjà muni de pléopodes; on est donc en présence d'une forme embryonnaire correspondant au stade Mysis, et cependant la moitié du vitellus n'est pas encore digéré. Ce retard, qui n'avait pas encore été signalé chez les Brachyures, est également rare chez les Anomoures chez lesquels il n'a été observé jusqu'ici que sur certains *Galathodes* par M. Sars (¹) et sur le *Diptychus* par M. E.-L. Bouvier (²).

» Au stade étudié, le développement des appendices montre combien sont nombreuses les affinités de ce Dromiacé avec les Anomoures et les Macroures. Les antennules, bien développées, présentent à leur base l'orifice du sac auditif; les antennes ont un fouet très allongé et un acicule très large dont le bord interne est garni de longues soies; le deuxième article du protopodite de cette antenne ne présente pas l'épine, qui est si caractéristique des Anomoures. La troisième patte-mâchoire, contrairement à ce qui s'observe chez les Anomoures, est bien développée et porte un exopodite disposé pour la natation. Les cinq paires de pattes thoraciques sont bien indiquées : les quatre premières sont repliées sous la partie ventrale, la cinquième est repliée sur le dos et dirigée en avant; la première paire seule porte un exopodite qui n'existe chez aucun Anomoure.

» L'abdomen, nettement segmenté, n'est pas orné d'épines; les deuxième, troisième, quatrième et cinquième somites portent des pattes abdominales non bifurquées; le sixième somite présente des rudiments de bourgeons qui sont les futurs uropodes; enfin le dernier anneau abdominal est fortement échancré et présente onze paires de longues soies,

(¹) G.-O. Sars, *Bidrag til Kundskaben om Decopodernes Forvondlinger* (*Archiv. f. Matheus og Natur.*; 1889).

(²) Bouvier, *Comptes rendus*; 1892.

nombre plus considérable que celui qu'on observe chez la *Dromia* et la *Gebia*. Ce caractère du segment anal a, du reste, peu d'importance.

» La carapace est particulièrement intéressante : elle est arrondie et, contrairement à ce qui se voit chez les Anomoures, ne présente aucune épine; l'aire gastrique se prolonge jusque sur le rostre, rappelant ainsi la disposition qu'on observe chez les *Prosoponidés* de la période jurassique; le sillon cervical, qui s'atténue beaucoup chez les Dicranodromies adultes et qui n'existe pas chez les larves de Thalassiniens, est très net chez l'embryon comme chez tous les Dromiacés primitifs ; le sillon branchial n'existe peut-être pas encore, mais M. Boas l'a figuré chez la Mégalope de la Dromia.

» J'ajouterai que les épipodites, organes qui chez l'adulte sont intimement liés à la fonction respiratoire, ne sont pas encore apparus; ce qui est bien en rapport avec l'absence des branchies qui font encore défaut à ce stade embryonnaire.

» Enfin, j'insisterai particulièrement sur la disposition de la cinquième paire de pattes thoraciques : elle est repliée sur le dos et dirigée en avant, rappelant, par conséquent, les pattes modifiées des Dromies adultes. On sait qu'à ce point de vue les Dromiacés se partagent en deux groupes : ceux qui ont deux paires de pattes modifiées comme les Dicranodromies, les Dromies et les Homolodromies, et ceux qui n'en ont qu'une comme les Dynomènes, les Homoliens et les Acanthodromies. Il était donc intéressant de montrer que la *Dicranodromia* qui, à l'état adulte, a deux paires de pattes modifiées, passe par un stade embryonnaire qui correspond à une forme plus primitive et où il n'y a qu'une seule paire de pattes modifiées (¹) ».

MINÉRALOGIE. — *Sur une nouvelle combinaison de formes présentée par des cristaux de quartz.* Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Dans les dépôts tertiaires des environs de Paris, se forment de petits cristaux de quartz offrant une combinaison de formes notablement différente de celles décrites jusqu'ici. Ces cristaux, presque microscopiques, sont disposés en bouquets et ne présentent de faces cristallines qu'à l'une

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Milne-Edwards au Muséum.

de leurs extrémités. Celle-ci est formée de trois faces p bien développées, et à la place des faces $e^{\frac{1}{2}}$ s'élèvent trois trièdres, que l'on voit dans la *fig.* A représentant un pointement, vu de face, et dans la *fig.* B d'un cristal placé de profil. Des sections faites dans le cristal montrent que ces trièdres sont les extrémités de trois cristaux enchâssés dans un cristal central; leurs sections droites ont un angle interne de 60°, comme le montre la

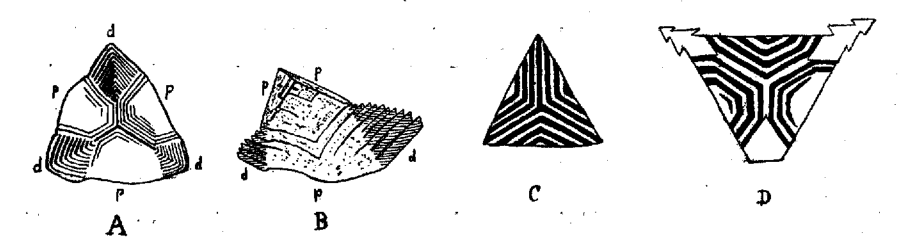


fig. D. Les quatre cristaux ont leur axe optique parallèle, et comme les bases des trièdres, marquées d, sont précisément parallèles à une face p, elles peuvent elles-mêmes être considérées comme des faces p de chacun des cristaux annexes; fréquemment, d'ailleurs, ces bases font défaut et les trièdres sont creux. Quant aux faces latérales des trièdres, elles sont assez complexes : chacune d'elles est formée d'un grand nombre de petites facettes toutes parallèles entre elles, mais disposées en escalier, comme le montre la *fig.* B. Les facettes sont striées très finement et très régulièrement; ces stries sont parallèles à l'intersection $e^2 e^{\frac{1}{2}}$ et les stries des deux faces d'un même trièdre font entre elles un angle de 60°. Il en résulte que les facettes appartiennent à la zone $e^2 e^{\frac{1}{2}}$ et, s'il ne nous a pas été possible de déterminer exactement leur notation, à en juger d'après les apparences, les facettes d'un même trièdre sont deux faces e^2 non adjacentes.

» Les faces p du cristal central, au lieu d'être lisses, comme cela a lieu habituellement, sont chagrinées; de plus, on constate sur elles l'existence de couches minces se superposant les unes aux autres en allant du sommet à la base de la face. Autrement dit, le cristal paraît s'être accru par dépôt de silice en couches parallèles aux faces p. En outre, les accidents de la surface se traduisent généralement par la disparition de fragments parallèles à cette surface, comme s'il existait un clivage correspondant aux couches d'accroissement.

» D'autre part, comme l'indique la *fig.* A, les faces p montrent des stries, fines et continues, parallèles aux arêtes et aux côtés des trièdres.

Ces stries sont les lignes de suture de cristaux en forme de lamelles, parallèles à l'axe du cristal principal et dont la forme gauche se comprend bien en considérant les *fig.* C et D, où les lignes claires et obscures en reproduisent les sections droites, la première dans une section perpendiculaire à l'axe faite au-dessus des trièdres, et la seconde plus bas. Ces lamelles sont généralement séparées par des plans de suture bien nets, mais le point intéressant consiste en ce que chacune d'elles se subdivise en deux lamelles présentant des rotations de sens différent. C'est ce qu'indiquent les *fig.* C et D, où, bien entendu, on a exagéré les différences d'extinction. Il est à remarquer que les cristaux se terminant par les trièdres ont toujours la même rotation que la lamelle en forme d'étoile à trois branches correspondant aux arêtes du rhomboèdre *p*. Ces cristaux présentent donc une disposition analogue à celle que l'on observe dans l'améthyste, mais les lamelles de rotation différente n'ont pas la même orientation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une évaluation approchée de la fréquence des tremblements de terre à la surface du globe.* Note de M. **F. de Montessus de Ballore**, présentée par M. A. Cornu.

« On a dit qu'il ne se passe pas de jour sans qu'il tremble quelque part à la surface du globe; c'est de minute qu'il faut dire.

» Le nombre à connaître pour mesurer la sismicité d'une région, petite ou grande, mais bien déterminée, est le nombre I de séismes qui s'y font sentir annuellement en moyenne. Pour cela, on dispose, suivant les cas, de documents de valeurs très différentes, que l'on peut diviser en trois classes : historiques, sismologiques ou sismographiques. Les observations historiques résultent de documents de toute sorte, ayant pour caractère commun de ne s'occuper qu'incidemment des tremblements de terre. Les observations sismologiques, d'une bien plus grande valeur scientifique, proviennent d'études spéciales, faites en vue de noter toutes les secousses sensibles à l'homme, ressenties dans un pays donné. Enfin, les observations sismographiques se font dans des observatoires spéciaux, pourvus d'appareils enregistreurs, et peuvent approcher de la perfection, si ces établissements sont assez voisins les uns des autres.

» De ces trois sources d'information, se déduisent les nombres i_1, i_2, i_3 de séismes qui se font sentir dans une région, suivant la nature des documents dont on dispose. Ces trois nombres, quand deux espèces d'observa-

tions existent à des époques différentes pour une même région, présentent des rapports moyens non arbitraires, auxquels on a trouvé les valeurs

$$\frac{i_2}{i_1} = 4,26, \qquad \frac{i_3}{i_1} = 26,59, \qquad \frac{i_3}{i_2} = 6,44,$$

pour respectivement 44, 28 et 22 régions. Or la valeur de $\frac{i_2}{i_1}$, calculée au moyen de celles observées de $\frac{i_3}{i_1}$ et $\frac{i_3}{i_2}$, est 4,18, très voisine de celle observée, 4,26. C'est dire que ces nombres représentent, avec beaucoup d'approximation, les rapports des valeurs des trois genres de documents.

» Ces chiffres sont susceptibles d'une intéressante interprétation. Si l'on admet que les observations sismographiques sont complètes, c'est-à-dire que i_3 est, en général, peu inférieur à I, supposition d'autant plus vraie que les appareils sont plus sensibles et les observatoires plus rapprochés, il en résulte que les documents historiques et sismologiques ne relatent en moyenne que 3,76 et 15,52 pour 100 des secousses, et en laissent perdre respectivement 96,24 et 84,48 pour 100. Or, si l'on se reporte aux nombres de secousses de chacune des dix intensités de l'échelle Rossi-Forel pour 10500 secousses italiennes d'intensité connue, on voit que les documents historiques ne relatent que les secousses des intensités X, IX, VIII, et le quart de celles d'intensité VII, et que les documents sismologiques n'enregistrent que les secousses des intensités X, IX, VIII, VII, VI et la moitié de celles d'intensité V. Du moins, les choses se passent au point de vue du nombre comme s'il en était ainsi. Ces pertes considérables roulent surtout sur les faibles intensités, les nombres de secousses croissant très rapidement quand cet élément décroît, au point que celles de l'intensité I sont au moins 10000 fois plus nombreuses que celles de l'intensité X.

» Les séries d'observations réparties sur 11691000^{kmq} de régions, bien étudiées sismiquement et sans doubles emplois, donnent

$$\Sigma i_1 = 341,35, \qquad \Sigma i_2 = 878,57, \qquad \Sigma i_3 = 2222,24,$$

qui, réduits en i_3, au moyen des coefficients 26,59 et 6,44, donnent au total

$$\Sigma i_3 = 16957.$$

Cela représente une secousse pour chaque demi-heure. Sans faire une hypothèse trop risquée, on peut admettre que les choses se passent dans la même proportion pour le reste de la surface, mal étudiée sismiquement,

des continents et même des océans, l'observation montrant que ceux-ci sont partout quelquefois ébranlés par des secousses d'origine sous-marine, comme en témoignent souvent les journaux de bord. On a même pu, malgré l'imperfection d'une telle source d'informations, déterminer dans l'Atlantique méridional, entre l'écueil Saint-Paul et la côte d'Afrique, une région sismique à limites précises, et calculer une valeur approchée de sa sismicité. Cela conduit, par proportion et pour les 510000000^{kmq} de la surface terrestre, à un nombre annuel moyen de 437768 séismes, soit 50 par heure, ou bien près d'un par minute, fréquence tout à fait insoupçonnée.

» S'il n'est pas de point de la surface terrestre, émergée ou immergée, où il ne tremble peu ou prou, il ne faut pas oublier que la fréquence et l'intensité des séismes, deux choses qui d'ordinaire vont de pair, varient dans d'extrêmes limites pour des régions même très voisines. C'est que les tremblements de terre ont leurs régions d'élection, dont je me propose de donner ultérieurement les caractères physiques, les différenciant de celles relativement plus stables. »

M. **Mayençon** adresse une Note « Sur la perméabilité du platine à l'hydrogène et à l'oxygène ».

M. **Léopold Hugo** fait hommage à l'Académie de diverses pièces concernant *Jeanne Barré*, préposée aux herbiers du naturaliste Commerson.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *F. de Lesseps*, présente la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Adolphe Carnot**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . . M. **Lauth**. M. **Linder**. M. **de Romilly**. M. **Rouché**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 25 février 1895.)

Note de M. *de Jonquières,* Sur les dépendances mutuelles des déterminants, etc. :

Page 408, ligne 16, *au lieu de* $= 1^n . 2^{n-1} . 3^{n-2}, \ldots,$ *lisez* $= \lambda . 2^{n-1} . 3^{n-2}, \ldots.$

(Séance du 4 mars 1895.)

Note de M. *E.-H. Amagat*, Sur la pression intérieure et le viriel des forces intérieures dans les fluides:

Page 489, ligne 6, *au lieu de* P, *lisez* $\mathfrak{P}$.
Page 491, dernière ligne, *au lieu de* $-\pi'$, *lisez* $\pi = \pi'$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Weierstrass*, comme Associé étranger, en remplacement de M. Kummer.

CHIMIE. — *Essais pour faire entrer l'argon en combinaison chimique;* par M. Berthelot.

« Vers la fin du mois de février, je reçus, de M. W. Ramsay, de l'argon contenu dans un tube disposé pour l'analyse spectrale et dans un petit ballon, ou plutôt cylindre, terminé par deux pointes scellées à la lampe. M. Ramsay m'a adressé en même temps une lettre, dans laquelle il vou-

lait bien ajouter les détails suivants. Le gaz « a été circulé (¹) jusqu'à ce » que les bandes de l'azote aient disparu, et il n'y avait plus d'absorption » à la fin de la circulation. La densité de cet échantillon est 19,95 (²), et » le rapport entre les chaleurs spécifiques, 1,64 ».

» C'est avec cet échantillon, sous la garantie de M. Ramsay, que j'ai fait les essais qui suivent. Le gaz contenu dans le cylindre en a été extrait en immergeant ce cylindre sous la cuve à mercure, cassant successivement les deux pointes, et recueillant le gaz directement dans une petite éprouvette. Son volume était égal à 37^{cc}.

» Voici l'idée qui a dirigé mes expériences : j'ai cherché à provoquer la combinaison de l'argon avec les autres éléments sous l'influence de l'effluve électrique. En effet, cette influence est beaucoup plus efficace que celle de l'étincelle, parce qu'elle assure mieux la permanence des composés instables; l'action développée par l'effluve étant trop rapide pour donner lieu à la destruction ultérieure des produits due à une élévation durable de leur température, circonstance qui se présente au contraire avec l'étincelle. L'azote, par exemple, mis en présence des gaz ou vapeurs hydrocarbonés, donne naissance aux produits de condensation les plus variés sous l'influence de l'effluve; produits qui se décomposent dès qu'on élève la température; tandis que, sous l'influence de l'étincelle, il ne se forme qu'un seul composé, l'acide cyanhydrique : si ce dernier n'était pas stable à haute température, on n'obtiendrait rien. L'oxyde de carbone se condense sous l'influence de l'effluve, tandis qu'il semble à peu près inaltéré sous celle de l'étincelle. De même l'effluve, agissant sur un mélange d'azote et d'hydrogène, est susceptible de produire plusieurs centièmes d'ammoniaque; tandis que l'étincelle n'en laisse subsister que des doses presque infinitésimales. Sous l'influence de l'effluve, l'azote est absorbé par l'eau, avec formation d'azotite d'ammoniaque, composé qui se détruit à la longue et spontanément dès la température ordinaire, etc.

» Il y avait donc lieu d'essayer l'action de l'effluve sur la combinaison de l'argon avec l'oxygène, l'hydrogène, les composés hydrocarbonés. Comme la quantité de gaz mise à ma disposition était minime, je me suis attaché d'abord aux composés hydrocarbonés, qui se prêtent mieux à ce genre d'essais.

» J'ai soumis l'argon à l'action de l'effluve électrique dans les condi-

(¹) Dans des appareils destinés à l'absorption de l'azote.
(²) Rapportée à $H = 1$.

tions décrites dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 362, 363, qui sont celles de la décharge silencieuse à potentiel variable, réglée par l'appareil de Ruhmkorff, avec interrupteur vibrant, et hautes tensions. L'appareil employé est celui qui se trouve décrit et figuré dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 79, 76, 77, *fig.* 5, 2 et 3 (1877). Il permet des transvasements et des mesures rigoureuses. C'est dans ces conditions que j'ai réussi à faire absorber rapidement l'azote libre par les carbures d'hydrogène, les hydrates de carbone et les matières organiques les plus diverses (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 384 et suiv.).

» L'argon est également absorbé, comme je vais le dire, quoique plus difficilement, ce semble. J'ai opéré surtout en présence de la vapeur de benzine, qui est fort efficace vis-à-vis de l'azote. L'action de l'effluve sur le mélange est accompagnée par une faible lueur violacée, visible dans l'obscurité. Une seule fois, sur cinq expériences, il s'est formé, au bout de quelque temps, une substance fluorescente, qui a développé alors une magnifique lumière verdâtre et un spectre spécial; mais les quantités de matière dont je disposais étaient trop minimes pour permettre de rechercher les circonstances qui ont pu donner lieu à ces effets.

» Voici les données d'un essai méthodique, effectué sur une dizaine de centimètres cubes d'argon : 100 volumes du gaz fourni par M. Ramsay ont été mesurés, mis en contact avec quelques gouttes de benzine, — ce qui a augmenté le volume gazeux d'un vingtième environ, — puis introduits dans le tube à effluve, où il a pénétré une trace du liquide. On a fait alors agir l'électricité, avec des tensions relativement modérées, pendant dix heures. Le volume gazeux total a été réduit d'un dixième environ. On a absorbé la vapeur de benzine par une goutte d'acide sulfurique concentré, avec les précautions connues, et l'on a mesuré le volume du résidu ; il était réduit à 89 volumes : soit 11 pour 100 de diminution.

» Ce volume a été de nouveau additionné de vapeur de benzine et l'on a recommencé l'expérience, en employant des tensions beaucoup plus fortes : le volume a diminué plus rapidement. Au bout de trois heures, toutes réductions faites, le volume n'était plus que de 64 ; c'est-à-dire qu'il avait subi une nouvelle réduction de 25 pour 100.

» Ce qui restait a été additionné de benzine et soumis une troisième fois à l'action de l'effluve, avec fortes tensions, pendant plusieurs heures. On a trouvé ensuite, toutes réductions faites, un résidu gazeux brut mesurant 32 volumes. Mais ce résidu n'était pas de l'argon pur; il renfermait près de moitié de gaz combustibles, produits par la réaction de l'effluve sur

la benzine. D'après l'analyse eudiométrique, ces 32 volumes contenaient :

Hydrogène	13,5
Vapeur de benzine	1,5
Argon	17,0

Ils ne renfermaient pas de vapeur alcaline.

» En résumé, sur 100 volumes d'argon, la benzine en avait condensé successivement 83, à l'état de combinaison chimique, produite sous l'influence de l'effluve, c'est-à-dire les cinq sixièmes. Les dimensions de mes appareils n'ont pas permis d'aller au delà.

» Les produits de cette combinaison représentaient un poids trop minime pour permettre un examen approfondi. Je dirai seulement qu'ils sont semblables à ceux que produit l'effluve, agissant sur l'azote mêlé de vapeur de benzine; c'est-à-dire qu'ils consistent en une matière jaune, résineuse, odorante, condensée à la surface des deux tubes de verre, entre lesquels s'exerce l'action électrique. Cette matière, soumise à l'action de la chaleur, se décompose, en formant des produits volatils et un résidu charbonneux fort abondant. Les produits volatils bleuissent le papier de tournesol; ce qui indiquerait la formation d'un alcali dans la décomposition. Mais il n'a pas été possible d'en approfondir l'étude, faute de matière. En tout cas, les conditions dans lesquelles l'argon est condensé par les carbures d'hydrogène tendent à l'assimiler plus étroitement encore à l'azote.

» Observons ici que s'il était permis de porter à 42, au lieu de 40, le poids moléculaire de l'argon, — ce que la limite d'erreur des essais faits jusqu'à présent, dans lesquels on a obtenu jusqu'à 41,2, n'exclut peut-être pas, — ce poids représenterait une fois et demie celui de l'azote; c'est-à-dire que l'argon serait à l'azote dans le même rapport que l'ozone l'est à l'oxygène ordinaire (1) : avec cette différence fondamentale toutefois, que l'argon et l'azote ne seraient pas transformables l'un dans l'autre; pas plus d'ailleurs que les métaux isomériques ou polymériques. Mais je ne veux pas insister sur des rapprochements aussi conjecturaux.

» Quoi qu'il en soit, l'inactivité de l'argon cesse dans les circonstances que je viens de décrire. Lorsqu'on pourra disposer de quantités d'argon assez considérables, il sera sans doute facile, par les méthodes ordinaires des chimistes, de prendre ces premières combinaisons, ou toutes autres

(1) Ou bien encore les camphènes, $C^{10}H^{16}$, aux sesquitérébènes, $C^{15}H^{24}$.

analogues, réalisables avec l'oxygène, l'hydrogène, ou l'eau, comme point de départ des transformations et d'obtenir la série normale des composés plus simples. Il y aura lieu également de rechercher la présence et les combinaisons de l'argon dans les êtres organisés. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les lacunes dans la zone des petites planètes.* Note de M. O. CALLANDREAU.

« J'ai continué l'étude de ce problème intéressant d'après les méthodes exposées dans une première Communication (*Comptes rendus*, 9 avril 1894); il était d'autant plus nécessaire de le faire, qu'une seule approximation ne suffisait pas à donner une notion exacte du mouvement, soumis à des oscillations plus ou moins irrégulières, mais sans doute limitées. En effet, les recherches de MM. Gyldén, Tisserand, Newcomb tendent à prouver que, dans le cas où les mouvements s'approchent de la commensurabilité, les perturbations ne croissent pas pour cela au delà de toute limite, de manière à compromettre la stabilité du système.

» Voici les résultats des calculs poussés jusqu'aux termes en ρ du troisième degré inclus; j'ai aussi gardé le carré de la petite quantité $n - 2n'$.

» Les équations différentielles simultanées, faisant connaître les valeurs de p, q à substituer dans l'expression

$$\rho = p\cos 2\theta + q\sin 2\theta + 3(p^2+q^2) - (p^2-q^2)\cos 4\theta - 2pq\sin 4\theta + \ldots,$$

sont, en faisant $\nu = \frac{n-2n'}{n-n'} - \frac{1}{4}\left(\frac{n-2n'}{n-n'}\right)^2$,

$$\frac{dp}{du} = -\left(\nu + \frac{\nu^2}{2}\right)q - 6(p^2+q^2)q + 2\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(P_1 q + P_2 pq\ldots),$$

$$\frac{dq}{du} = +\left(\nu + \frac{\nu^2}{2}\right)p + 6(p^2+q^2)p$$
$$+ 2\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}[Q_0 + Q_1 p + Q_2(p^2+q^2) + Q'_2(p^2-q^2)\ldots];$$

$$P_1 = +10{,}096, \qquad Q_0 = -\ 1{,}191,$$
$$P_2 = -\ 2{,}978, \qquad Q_1 = -\ 3{,}311,$$
$$Q_2 = +19{,}999,$$
$$Q'_2 = -19{,}592.$$

» Dans les termes ayant $\frac{\mu'}{\mu}$ en facteur, on s'est limité aux termes du second degré en p, q.

» L'intégration faite, on change u en θ et l'on efface les termes de ρ ayant θ en dehors des signes périodiques.

» Le premier point digne d'attention est le suivant. Dans le cas où il n'y a pas commensurabilité, on trouve, avec Laplace, en multipliant les deux équations différentielles par $-dq$, $+dp$ et intégrant,

$$p^2 + q^2 = \text{const.},$$

d'où résulte la stabilité des orbites relativement aux excentricités. La même analyse dans le cas actuel, si on laisse de côté les termes en $\frac{\mu'}{\mu}p^2 \ldots$, conduit à cette intégrale

$$(p^2 + q^2)^2 + ap^2 + bq^2 + 2cp = \text{const.},$$

équation qui représente une section plane d'un tore. MM. de la Gournerie et Darboux, pour ne citer que ces deux géomètres, ont fait une étude approfondie de ces courbes, appelées *cycliques, lignes spiriques*, ...

» Au changement de forme analytique de l'intégrale répond un changement notable dans les conséquences. Tandis que dans le cas ordinaire la supposition de p, q très petits à une époque quelconque entraîne que p, q resteront toujours très petits, la même supposition, dans le cas de la commensurabilité, nécessite une distinction. Si, pour fixer les idées, ν est comparable à $\frac{\mu'}{\mu}$, tant que $e = \sqrt{p^2 + q^2}$ sera très petit par rapport à $\sqrt[3]{\frac{\mu'}{\mu}}$, l'intégrale pourra être réduite à

$$ap^2 + bq^2 + 2cp = \text{const.};$$

de ce que p et q sont très petits à un moment donné, il ne s'ensuit plus qu'ils resteront toujours petits; q peut varier notablement.

» Mais il y a une limite à ces variations, parce que, e augmentant, le terme principal de l'intégrale devient

$$(p^2 + q^2)^2 = \text{const.},$$

de sorte que l'on retombe sur le cas habituel.

» On voit le rôle des termes du troisième degré dans les équations différentielles : ils ont la propriété de limiter les variations; M. Gyldén les appelle *termes horistiques*.

» Essayons, en partant de ce qui précède, d'ajouter un complément à la théorie de la formation des planètes par la nébuleuse solaire, pour tenir compte des perturbations des planètes déjà formées. Voyons l'effet de Ju-

piter sur un système de molécules abandonnées par la nébuleuse dans des orbites à peu près circulaires, lors du voisinage de la conjonction avec Jupiter, là où doivent se produire dans la nébuleuse des marées considérables.

» S'il n'y a pas commensurabilité, la condition

$$p^2 + q^2 = \text{const.}$$

ayant lieu, les molécules continuent à décrire des orbites presque circulaires et le travail de condensation décrit par Laplace s'effectue.

» S'il y a commensurabilité approchée, les molécules divergent, parce que l'on a à peu près $\frac{d\rho}{d\theta} = 2q$ vers la conjonction, et que q varie notablement; le travail de condensation est donc gêné et la matière est dispersée avant d'avoir pu se réunir en corps de grandeur notable.

» Il est possible aussi que les petits astéroïdes, ayant des orbites assez excentriques, soient éliminés, comme le pense M. Kirkwood, par le fait de leur absorption dans l'atmosphère de la nébuleuse.

» Quoi qu'il en soit des explications précédentes, il reste à intégrer les deux équations simultanées

$$\frac{dp}{d\theta} = -\frac{\partial H}{\partial q} + P,$$
$$\frac{dq}{d\theta} = +\frac{\partial H}{\partial p} + Q,$$

en désignant par $H = h$ le premier membre de l'intégrale déjà considérée, par P et Q des termes en $\frac{\mu'}{\mu}p^2\dots$

» L'intégration du système, en laissant de côté P et Q, dans une première approximation, dépend essentiellement de la théorie des fonctions elliptiques [1]. Change-t-on de variables en posant

$$p = \alpha\rho\cos\omega + \beta,$$
$$q = \alpha\rho\sin\omega;$$

détermine-t-on les constantes α, β pour que $H = h$ soit réciproque par

[1] M. Gyldén et M. Tisserand ont montré, il y a longtemps, l'intervention nécessaire des fonctions elliptiques dans les cas de commensurabilité. Voir, en particulier, la Note de M. Tisserand insérée dans le tome CIV des *Comptes rendus*, p. 259.

rapport à ρ, on a

$$\frac{d\omega}{d\theta} = \text{fonction rationnelle de } \sin\omega, \cos\omega \text{ et } \Delta,$$

$$\Delta^2 = \frac{(b-a)\cos^2\omega + a - b + \frac{c}{\beta}}{\alpha^2};$$

$a - b$ est indépendant de ν et contient $\frac{\mu'}{\mu}$ en facteur comme c.

» Si l'on a $\Delta^2 = 0$ pour certaines valeurs de ω, ω ne peut recevoir toutes les valeurs et doit osciller entre deux limites; c'est le cas dit de la *libration*. D'après les valeurs obtenues pour a, b, c, il ne peut y avoir de libration si $h > 0$.

» Une remarque est nécessaire : on a introduit l'arbitraire a ou $n = \sqrt{\frac{\mu}{a^3}}$ à la place de l'arbitraire de l'intégrale de Jacobi; mais il faut en fixer le sens. Pour cela, comme dans la théorie de la Lune, envisageant la solution particulière où p et q sont constants, ce qui donne

$$q = 0,$$

$$\left(\nu + \frac{\nu^2}{2}\right)p + 6p^3 + 2\frac{a}{a'}\frac{\mu'}{\mu}(Q_0 + Q_1 p + \ldots) = 0.$$

» On porte la valeur correspondante de ρ dans l'équation

$$\frac{d\theta}{dt} = \text{fonction de } \rho, \frac{d\rho}{d\theta};$$

on intègre par approximations successives, et la partie proportionnelle à t dans le développement de θ, soit $(n_1 - n')t$, fait connaître le moyen mouvement n_1 en fonction duquel n sera exprimé.

» Si ν est comparable à $\sqrt{\frac{\mu'}{\mu}}$, la valeur constante p_0 de p est du même ordre et aussi la différence entre n_1 et n; si ν est comparable à $\frac{\mu'}{\mu}$, p_0 l'est à $\sqrt[3]{\frac{\mu'}{\mu}}$.

» J'avais déjà commencé ce travail quand a paru le Tome II de l'Ouvrage de M. Poincaré, *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*. Les Chapitres XIX à XXI traitent précisément le cas où le petit diviseur est représenté par un développement procédant suivant les puissances de $\sqrt{\frac{\mu'}{\mu}}$.

» Le Mémoire détaillé montrera, je l'espère, la simplicité et la conve-

nance des méthodes que j'ai suivies; elles sont, du reste, empruntées à Laplace. »

M. **Darboux** présente à l'Académie une réimpression *fac simile* de l'Ouvrage de Néper : *Mirifici logarithmorum canonis constructio et eorum ad naturales ipsorum numeros habitudines* (édition de Lyon, 1620).

M. Darboux fait remarquer que cet Ouvrage, qui a été de tout temps très rare, contient aussi les *Propositiones ad triangula sphærica faciliore calculo resolvenda*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de M. *F. de Lesseps*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 68,

M. Adolphe Carnot obtient.	50	suffrages,
M. Lauth »	9	»
M. Rouché »	7	»
M. de Romilly »	1	»

l y a un bulletin blanc.

M. **Ad. Carnot**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Transformations de la fibrine par l'action prolongée des solutions salines faibles*. Note de M. **A. Dastre**.

« La plupart des substances albuminoïdes fraîches sont altérées à la longue par les sels neutres mélangés à leurs solutions. C'est le cas pour les globulines, solubles dans les liqueurs salines diluées. J'ai constaté qu'elles n'y peuvent être conservées longtemps sans éprouver des modifications plus ou moins profondes de leur solubilité, de leur précipitabilité ou de leur coagulabilité; c'est-à-dire, en définitive, des caractères qui ser-

vent à les spécifier. Les substances même qui ne sont pas initialement solubles n'échappent pas à cette action des dissolutions salines. C'est le cas pour la fibrine fraîche, dont les modifications forment l'objet de cette Note.

» Déjà antérieurement, j'ai montré que les solutions fortes [1] d'un grand nombre de sels neutres opèrent une digestion de la fibrine, analogue aux premières phases d'une véritable digestion gastrique. Ces faits, intéressants pour l'histoire des albuminoïdes et de leur digestion, n'ont cependant pas d'application directe à l'être vivant. En effet, ces solutions concentrées ne se rencontrent point dans l'organisme : elles n'existent naturellement ni dans le milieu intérieur, ni dans le milieu ambiant. Tout autre est la condition des solutions faibles. Celles-ci existent partout dans l'organisme en présence des albuminoïdes, qui constituent les tissus. Le sang, la lymphe, l'urine, beaucoup de sécrétions sont essentiellement des solutions salines faibles.

» J'ai donc recherché l'action exercée sur la fibrine fraîche par différents sels, spécialement les chlorures et les iodures alcalins, le chlorure d'ammonium, les fluorures de sodium et d'ammonium. J'ai employé ces sels en solutions étendues d'un titre voisin, en ce qui concerne les chlorures, de celui des humeurs organiques, sang, urine, etc.; c'est-à-dire de 7 à 20 pour 1000, et pour les fluorures de 5 à 25 et 30 pour 1000. La fibrine fraîche, pesée d'avance, était immergée dans la solution saline et le flacon placé dans l'étuve à 40°, pendant un certain nombre de jours ou de semaines, pendant lesquels on observe les progrès de l'attaque.

» Ces expériences présentent une seule difficulté, mais elle est assez sérieuse, c'est d'écarter tous les agents capables d'altérer la fibrine, autres que celui dont on veut connaître l'effet, le sel. Ces agents perturbateurs sont les microrganismes et, d'autre part, les ferments solubles, fixés à la fibrine suivant l'opinion commune. Il faut d'autant plus de soins pour les exclure, que les conditions de l'opération sont éminemment favorables à leur intervention, à savoir : l'action prolongée pendant des semaines, la température de 40°, l'état frais de la fibrine, qui exclut la stérilisation par la chaleur, et enfin la présence de sels en minime proportion, qui est propice à la pullulation microbienne, tandis que les solutions concentrées lui sont contraires.

---

(1) A. Dastre, *La digestion saline de la fibrine* (*Arch. de Physiologie*, p. 464 et 919; 1894.

» L'indication des précautions prises ne saurait trouver place ici : j'en réserve le détail à un Mémoire spécial (1). Quelles qu'elles soient, il faut, dans chaque expérience, en vérifier après coup l'efficacité. Il faut chaque fois s'assurer de la non-intervention des microrganismes. Nous avons donc, dans chaque cas, pratiqué un examen direct par coloration au bleu de méthylène, une culture sur gélatine sensibilisée, une culture sur gélose, et en plus, très souvent, une culture en bouillon. C'est seulement lorsque toutes ces épreuves ont fourni un résultat négatif, que l'expérience est considérée comme valable et qu'elle est retenue. Si l'une des épreuves a été positive, si elle a décelé des microrganismes, fût-ce en très faible quantité, cela ne veut pas dire qu'ils soient les auteurs des transformations accomplies dans le contenu du flacon; mais le doute seul en serait insupportable. Ces cas sont donc exclus.

» C'est dans ces conditions que l'on constate, avec les solutions faibles, des résultats identiques à ceux qu'ont fournis les solutions concentrées. La fibrine se délite, se résout en poussière et se dissout partiellement. Je n'ai pas observé de dégagement gazeux. La solution contient : une *fibro-globuline* α analogue au fibrinogène, coagulable vers 55°; une *fibro-globuline* β, analogue à la sérum globuline, coagulable au-dessus de 75°; enfin des propeptones ou protéoses donnant les trois réactions, ou les deux dernières tout au moins, des protéoses de la digestion gastrique; enfin des traces de peptones. Quant aux proportions de ces corps, elles dépendent des quantités en présence et de la durée de l'opération.

» Avec les chlorures et les iodures, la digestion en solutions faibles est aussi énergique qu'en solutions fortes. Au contraire, avec les fluorures à 5 pour 100, l'action est minime ou nulle : l'attaque s'accentue à mesure que la liqueur est plus concentrée.

» Les faits précédents contiennent l'explication d'un certain nombre de particularités observées par les physiologistes. J'en citerai une seule, la *fibrinolyse*. Au cours de mes expériences sur l'influence des saignées répétées chez les animaux (2), j'ai eu l'occasion de constater un fait curieux, à savoir que *la fibrine, laissée en contact avec son sang générateur, y disparaît dans des proportions souvent considérables, en moyenne de* 8 *pour* 100 *en vingt-quatre heures*. La connaissance de cette particularité a permis, entre autres applications, la détermination précise de la quantité de fibrine d'un sang

---

(1) *Archives de Physiologie*, avril 1895.

(2) A. Dastre, *Fibrinolyse dans le sang* (*Arch. de Physiologie*, p. 661; 1893).

donné. L'explication restait à trouver. Nous voyons que l'action des sels du sang suffit à en rendre compte; et cette supposition se trouve confirmée par la constatation de la présence des propeptones dans le sang défibriné au contact duquel a séjourné la fibrine.

» Enfin les différentes variétés de fibrine sont plus ou moins sensibles à l'action des solutions salées. La plus attaquable est la *néo-fibrine* ([1]), obtenue de l'animal qui a subi des saignées et des réinjections successives de sang défibriné. La fibrine du chien est plus résistante que celle du porc et celle du cheval. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur les variations des latitudes terrestres.* Note de M. F. Gonnessiat, présentée par M. Tisserand.

« J'ai continué en 1894, à l'observatoire de Lyon, mes recherches sur le déplacement du pôle. Les mesures au cercle méridien ont porté sur dix-huit étoiles circompolaires, avec ce perfectionnement que les apozéniths ont été conclus exclusivement d'observations conjuguées, directes et réfléchies. Les résultats obtenus font suite à ceux qui ont paru dans le *Bulletin astronomique* de M. Tisserand (juin-juillet 1894), et étendent à près de dix ans une série de déterminations du même auteur, avec le même instrument. De cet ensemble de recherches se dégagent des conclusions nouvelles, que je demande à l'Académie la permission de lui exposer.

» On sait que la loi assignée par M. Chandler aux variations de la latitude comporte un terme dont la période τ_1 est voisine de 430 jours, et un second terme à période annuelle,

$$\varphi = \varphi_0 - r_1 \cos(t - T_1)\frac{360}{\tau_1} - r_2 \cos(\odot - G).$$

» Les astronomes sont à peu près d'accord sur la durée τ_1, mais non encore sur l'amplitude r_1; M. Chandler l'a prise successivement entre 0",12 et 0",17. L'inégalité annuelle paraît certaine depuis que l'éminent astronome a établi (*A. J.*, 330) la dépendance du paramètre G avec la lon-

([1]) A. Dastre, *Sur la défibrination du sang artériel*, p. 175; 1893.

gitude du lieu d'observation; mais l'amplitude r_2, fixée d'abord à $0'',15$, a été réduite progressivement à $0'',08$ ou $0'',09$.

» De cette dernière inégalité je ne dirai rien aujourd'hui. Je n'ai en vue que des observations faites *en moyenne à la même heure de temps solaire*. Comme je l'ai expliqué au *Bulletin*, il résulte de cette circonstance que le terme annuel prend une valeur constante dans l'expression de l'apozénith d'une étoile donnée, et ne se sépare pas de la déclinaison. Par la détermination simultanée de la déclinaison et de la latitude, on obtient donc pour correction de latitude, au lieu de la valeur réelle $\Delta\varphi$, une valeur $(\Delta\varphi)$ indépendante de l'oscillation annuelle; si l'on représente par $d\varphi$ l'ensemble des autres termes périodiques, et par $\Delta\varphi_0$ la constante qui définit la latitude moyenne, on a

$$(\Delta\varphi) = \Delta\varphi + r_2 \cos(\odot - G) = \Delta\varphi_0 + d\varphi.$$

» Or les 81 valeurs moyennes de $(\Delta\varphi)$, obtenues à Lyon de 1885 à 1895, mettent en évidence *deux périodes nouvelles : l'une de* 650 *à* 660 *jours, l'autre de* 9 *à* 10 *ans*. Aux termes qui leur correspondent, on affectera respectivement les indices 3 et 4.

» Pour mesurer les durées τ et les vitesses n des arguments, on adopte provisoirement les nombres suivants, rapportés à l'année tropique :

$$\tau_1 = 1,177; \qquad \tau_3 = 1,80; \qquad \tau_4 = 9,3;$$
$$n_1 = 306^\circ; \qquad n_3 = 200^\circ; \qquad n_4 = 38^\circ,7.$$

» La valeur de n_4 est nécessairement encore incertaine; il a paru plausible de la faire égale au double du déplacement du nœud lunaire.

» Les paramètres du terme 4 ont été obtenus graphiquement, les autres par la méthode des moindres carrés. On a trouvé

$$\Delta\varphi_0 = +0'',91, \qquad \text{d'où} \qquad \varphi_0 = 45^\circ 41' 40'',91;$$
$$d\varphi = -0'',21\cos(t - 90,00)n_1$$
$$\qquad - 0'',065\cos(t - 90,90)n_3 - 0'',10\cos(t - 89,0)n_4.$$

» Le Tableau qui suit établit la comparaison, pour les maxima et les minima, entre les époques et les amplitudes calculées (C) d'après cette formule, et les mêmes éléments relevés (O) sur la courbe moyenne des

variations observées :

Maxima.						Minima.					
Époques.			Amplitudes.			Époques.			Amplitudes.		
O.	C.	O — C.	O.	C.	O — C.	O.	C.	O — C.	O.	C.	O — C.
85,95	85,91	+0,04	+0″,27	+0″,25	+0″,02	86,50	86,49	+0,01	−0″,28	−0″,13	−0″,15
86,98	87,01	−0,03	+0,13	+0,15	−0,02	87,57:	87,62	−0,05	−0,24:	−0,30	+0,06
88,30	88,22	+0,08	+0,21	+0,19	+0,02	88,58	88,86	+0,02	−0,33	−0,35	+0,02
89,40:	89,45	−0,05	+0,07	+0,09	−0,02	89,96	90,00	−0,04	−0,26	−0,22	−0,04
»	90,56	»	»	+0,13	»	»	91,13	»	»	−0,26	»
91,70	91,78	−0,08	+0,31	+0,31	0,00	92,42	92,38	+0,04	−0,17	−0,17	0,00
93,04	92,97	+0,07	+0,25	+0,26	−0,01	93,55:	93,52	+0,03	−0,06	−0,05	−0,01
94,10	94,08	+0,02	+0,35	+0,29	+0,06	94,64	94,69	−0,05	−0,17	−0,18	+0,01
»	95,29	»	»	+0,32	»	»	95,93	»	»	−0,22	»

» L'accord est assurément meilleur qu'on n'osait le prévoir. De ce fait, l'inégalité à longue période acquiert dès maintenant un très haut degré de probabilité, bien que quelques années encore soient nécessaires pour sa confirmation définitive. Quant à l'inégalité 3, son existence ne paraît pas douteuse. Ce n'est pas la loi de M. Chandler, limitant au terme 1 l'expression de $d\varphi$, qui peut rendre compte de la fluctuation bien constatée des valeurs tropiques.

» Il va de soi que l'expression proposée convient seulement au méridien de Lyon; il est vraisemblable que la longitude doit figurer dans chaque argument.

» Dans l'examen très bienveillant qu'il a fait de mes observations, M. Chandler remarque (*A. J.*, 334) que la valeur de r_1 qu'il en tire par la méthode des moindres carrés est seulement 0″,175, alors que j'indiquais 0″,22. Or, on vient de voir que le choix d'une fonction suffisamment complète conduit à 0″,21.

» Voici la liste des étoiles régulièrement suivies et les déclinaisons : les (δ) sont affectées de l'inégalité annuelle; les δ sont corrigées dans l'hypothèse que $r_2 \cos(\odot - G) = 0'',08 \cos\odot$.

Noms.	1895,0. α.	(δ).	δ.	Var. ann. 95-96.
2 Pte Ourse	0h.54m	85°.41′.37″,13	37″,18	+19″,49
α Pte Ourse	1.20	88.44.52,53	52,57	+18,82
1235 B.A.C.	4. 4	85.16.40,13	40,12	+ 9,76

Noms.	1895,0. α.	(δ).	δ.	Var. ann. 95-96.
698 Carr............	$4^{h}.55^{m}$	$85^{\circ}.49'.18'',83$	$18'',80$	+ 5'',56
51 H. Céphée........	6.51	87.12.43,46	43,40	− 4,51
2320 B.A.C.........	7.52	88.56.47,73	47,66	− 9,48
1 H. Dragon.........	9.22	81.47.24,64	24,56	−15,50
3495 B.A.C.........	10.14	84.47. 7,45	7,37	−18,00
4165 B.A.C.........	12.14	88.16.54,97	54,91	−19,95
5140 B.A.C.........	15.11	87.38.11,35	11,34	−13,46
ε Pte Ourse..........	16.57	82.12.35,10	35,13	− 5,47
δ Pte Ourse..........	18. 6	86.36.45,00	45,05	+ 0,58
λ Pte Ourse	19.28	88.58.39,26	39,33	+ 7,48
7169 B.A.C.	20.33	81. 4.38,28	38,36	+12,46
76 Dragon	20.50	82. 8.32,11	32,19	+13,57
7504 B.A.C.	21.21	86.36. 7,58	7,66	+15,40
3441 Carr...........	22.22	85.34.45,83	45,91	+18,28
8213 B.A.C.........	23.28	86.43.41,66	41,73	+19,87

» Toutes ces étoiles, sauf 698 Carr., [$\alpha(1895,0) = 4^{h}54^{m}34^{s},1$], ont leurs positions apparentes calculées dans la *Connaissance des Temps*, les *Éphémérides* de M. Lœwy ou le *Berliner Jahrbuch*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du système des équations différentielles*. Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Dans le cas où le système donné des équations différentielles

$$(1)\quad dx_{r+4} = X_{r,1}\,dx_1 + X_{r,2}\,dx_2 + X_{r,3}\,dx_3 + X_{r,4}\,dx_4 \quad (n \geqq 6,\ r = 1, 2, \ldots, n-4)$$

équivaut au système relatif

$$(2)\qquad dx_{r+2} = A_{r,1}\,dx_1 + A_{r,2}\,dx_2 \quad (r = 1, 2, \ldots, n-2),$$

les coefficients X doivent satisfaire à certaines conditions d'intégrabilité, dont la forme est autre que des conditions connues.

» Si, dans le système (1), nous introduisons à la place de dx_3, dx_4 les valeurs que nous obtenons des deux premières équations du système (2), alors, en comparant les coefficients correspondants des systèmes mentionnés, nous obtiendrons facilement les liaisons suivantes :

$$(3)\qquad \left\{ \begin{array}{l} X_{r,1} + X_{r,3}A_{1,1} + X_{r,4}A_{2,1} = A_{r+2,1}, \\ X_{r,2} + X_{r,3}A_{1,2} + X_{r,4}A_{2,2} = A_{r+2,2} \end{array} \right\} (r = 1, 2, \ldots, n-4).$$

» Les conditions d'intégrabilité du système (2) peuvent être exprimées de cette manière

$$\frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_2} - \frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_1} + \sum_{t=1}^{t=n-2} \left(A_{t,2} \frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_{t+2}} - A_{t,1} \frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_{t+2}} \right) = 0$$
$$(s = 1, 2, \ldots, n-2),$$

et, après en avoir éliminé toutes les quantités $A_{r+2,1}$, $A_{r+2,2}$ à l'aide des équations (3), nous en obtiendrons facilement

$$(4) \left\{ \begin{aligned} & A_{1,1}[(X_{s,3})_2 - (X_{s,2})_3] + A_{1,2}[(X_{s,1})_3 - (X_{s,3})_1] \\ & \quad + A_{2,1}[(X_{s,4})_2 - (X_{s,2})_4] + A_{2,2}[(X_{s,1})_4 - (X_{s,4})_1] \\ & \quad + (A_{1,2}A_{2,1} - A_{1,1}A_{2,2})[(X_{s,4})_3 - (X_{s,3})_4] + (X_{s,1})_2 - (X_{s,2})_1 = 0 \\ & \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-4), \end{aligned} \right.$$

où le symbole $(\ )_j$ désigne

$$(\ )_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-4} X_{r,j} \frac{\partial}{\partial x_{r+4}}.$$

On remarque facilement que le système des équations (4) est indéterminé et que, par conséquent, les coefficients relatifs doivent être proportionnels entre eux

$$\frac{(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3}{(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3} = \frac{(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1}{(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1} = \frac{(X_{k,4})_2 - (X_{k,2})_4}{(X_{l,4})_2 - (X_{l,2})_4}$$
$$= \frac{(X_{k,1})_4 - (X_{k,4})_1}{(X_{l,1})_4 - (X_{l,4})_1} = \frac{(X_{k,4})_3 - (X_{k,3})_4}{(X_{l,4})_3 - (X_{l,3})_4} = \frac{(X_{k,1})_2 - (X_{k,2})_1}{(X_{l,1})_2 - (X_{l,2})_1}.$$

Les dernières équations représentent les conditions d'intégrabilité pour les indices k et l, dans le cas où le système (1) renferme seulement deux variables indépendantes x_1, x_2 et que toutes les autres $x_3, \ldots, x_n$ sont des variables dépendantes. »

MÉCANIQUE. — *Sur la définition générale du frottement.* Note de M. **Paul Painlevé.**

« Soit S un système de n points matériels M assujettis à des liaisons et dont on rapporte le mouvement à des axes quelconques $Oxyz$. Soit $(F) = m(\gamma)$, sa force totale (*relative aux axes* $Oxyz$) qui s'exerce sur le point M de masse m; soit $(F') = m(\gamma')$ la force (*relative à* $Oxyz$) qui s'exercerait sur le point M, si (sans rien changer d'ailleurs) l'on suppri-

mait les éléments matériels immédiatement en contact avec lui et qui l'empêchent d'occuper une position arbitraire autour de sa position actuelle ; soit enfin (R) la force *absolue* exercée sur M par les éléments matériels en question : (F) est égale à (F') + (R). Par définition, (F') est dite la *force active* et (R) la *réaction* qui s'exercent sur M.

» Toute hypothèse faite sur les réactions, qui sont des forces absolues, est indépendante du choix des axes. Ceci posé, le système S sera dit *sans frottement* si le travail des réactions, pour tout déplacement virtuel compatible avec les liaisons, est nul. Dans cette hypothèse, la connaissance des forces actives suffit à déterminer le mouvement de S et les réactions.

» Quand l'hypothèse précédente n'est pas réalisée, soit (R) la réaction qui s'exerce sur M, (R') celle qui s'exercerait sur M si le système était sans frottement. La différence $(R) - (R') = (\rho)$ est dite *force de frottement*, et la force (R') est dite *force de liaison*. Le système de segments (ρ) jouit, quelles que soient les lois de frottement, de propriétés géométriques remarquables. On a d'abord

$$\sum \frac{R^2}{m} = \sum \frac{R'^2}{m} + \sum \frac{\rho^2}{m}.$$

De plus, le déplacement de S, où chaque point (M) subit le déplacement $\frac{(\rho)}{m}\delta t$ est un déplacement virtuel. Les forces (R) se trouvent ainsi décomposées en forces (ρ) et (R') qui répondent à ces deux conditions : 1° *Le travail virtuel des* (R') *est nul;* 2° *le déplacement* $\frac{(\rho)}{m}\delta t$ *imposé à chaque point* M *constitue un déplacement virtuel de* S. On montre que, pour un ensemble quelconque de segments, une telle décomposition est toujours possible et d'une seule manière : en sorte qu'il est loisible encore de définir les forces de frottement et de liaison d'après cette décomposition.

» Ces définitions adoptées, le théorème de Gauss sur l'*écart* s'énonce ainsi : *Pour que l'écart d'un système soit constamment minimum, il faut et il suffit que le système soit sans frottement.*

» Dans les applications, les forces actives sont données. D'autre part, S étant placé à l'instant t dans des conditions initiales *quelconques* et soumis à certaines forces actives, l'expérience montre que les forces de frottement sont déterminées : d'une façon plus précise, les composantes ρ_x, ρ_y, ρ_z des forces (ρ) sont des fonctions de q_i, q'_i, t et des multiplicateurs de Lagrange $\lambda_1, \ldots, \lambda_p$. On dira qu'on connaît *la loi de frottement* de S, quand on aura déterminé *empiriquement* ces fonctions. Les équations de la Mécanique permettent alors de calculer le mouvement. Je laisse de

côté ici le cas particulier du frottement *au repos*, qui exige quelques modifications.

» Il est bien facile d'énumérer des types de liaisons simples pour lesquelles les définitions précédentes sont adéquates à notre notion vulgaire du frottement. Pour des liaisons plus compliquées, la concordance est moins immédiate, mais elle ressort de la remarque suivante : imaginons que les liaisons de S résultent de la *combinaison* de deux groupes de liaisons *matérielles* G_1 et G_2, et représentons par S_1, S_2 le système S soumis aux seules liaisons G_1 ou G_2. La réaction (R) qui s'exerce à chaque instant sur le point M de S est la somme géométrique des réactions (R_1), (R_2) exercées sur M par les obstacles G_1, G_2. Pour le système S_1, les forces (R_1) sont décomposables, d'après la définition générale, en forces de frottement et de liaison (ρ_1) et (R'_1) et la même remarque s'applique aux forces R_2. Ce qu'il importe d'observer, c'est que, si (ρ) ne coïncide pas en général avec $(\rho_1)+(\rho_2)=(\rho')$, du moins les forces (ρ) se déduisent immédiatement des forces (ρ') et ont même travail pour tout déplacement virtuel de S. Enfin, *les lois de frottement de* S_1 *et de* S_2 *déterminent celle de* S, pourvu que les liaisons matérielles G_1+G_2 ne soient pas *surabondantes* [1].

» En particulier, admettons que les liaisons G_1 soient sans frottement et qu'on connaisse la loi de frottement des liaisons G_2 : pour tout déplacement virtuel compatible avec les liaisons G_1, le travail τ des forces (ρ) est alors connu en fonction du travail τ' des forces (R'); inversement, si l'on connaît τ en fonction de τ', la loi de frottement de S est déterminée. Il est donc loisible de remplacer les forces (ρ) et (R') par deux systèmes de forces qui aient respectivement même travail que les (ρ) et les (R') pour tout déplacement virtuel compatible avec les liaisons G_1; par exemple, au lieu des forces R, on peut décomposer les forces R_2 en segments (ρ) et (R'), et appeler forces de frottement et de liaison ces nouveaux segments.

» Si notamment S est un solide assujetti à des liaisons, les liaisons mutuelles des points de S étant sans frottement, on se bornera à décomposer les réactions *extérieures* en segments (ρ) et (R'); les segments (ρ) (ou tout autre système de segments *géométriquement* équivalent) seront les forces de frottement, et les segments (ρ') les forces de liaison.

---

[1] D'une façon précise, j'entends par là que (les liaisons G_1 et G_2 se traduisant respectivement par l et m relations distinctes) ces $(l+m)$ relations, prises ensemble, sont encore distinctes. Quand les liaisons matérielles sont *surabondantes*, on peut les simplifier sans changer les liaisons géométriques : si, par exemple, S est un solide dont i points sont en outre assujettis à rester dans un même plan fixe, il y a surabondance dès que i dépasse 3.

» Plus généralement, quand les liaisons de S résultent de la combinaison (*non surabondante*) de s groupes de liaisons $G_1, \ldots, G_s$ dont l'un, soit G_1, est sans frottement, la connaissance des lois de frottement des liaisons $(G_1 + G_2), \ldots, (G_1 + G_s)$ suffit à déterminer la loi de frottement de S.

» Ce qui précède s'étend sans peine aux systèmes *continus* dont la position dépend d'un nombre *fini* de paramètres. Insistons sur le cas des solides : si S est un solide assujetti à la seule condition de toucher en un point P une surface fixe Σ, les définitions précédentes introduisent comme forces de frottement et de liaison les composantes tangente et normale à Σ de la réaction extérieure unique appliquée en P. En réalité, S et Σ sont en contact le long d'une petite surface, mais on peut toujours remplacer les réactions de Σ par une force unique (R) appliquée en P et un couple d'axe (Γ) : la définition générale donne encore comme force de liaison la composante R_n de R, et comme forces de frottement (R_t) et (Γ); pour qu'il n'y ait pas frottement, il faut et il suffit que les réactions se réduisent à R_n; quand il n'en est pas ainsi, les composantes (Γ_n) et (Γ_t) de Γ s'opposent la première au *pivotement*, la seconde au *roulement* de S; R_t s'oppose au *glissement*. Les conditions initiales de S étant données, l'observation montre que (R_t), (Γ_n), (Γ_t) sont déterminés en direction et sens, et proportionnels à R_n, les trois coefficients de proportionnalité devant être mesurés empiriquement. Des conclusions analogues s'appliquent à toutes les liaisons où le solide *n'a qu'un point de contact* avec les obstacles.

» Quand le système S est formé de solides assujettis à de telles liaisons, les lois de frottement de chaque liaison suffisent à déterminer celle de S, pourvu que les liaisons ne soient pas surabondantes. Quand il y a surabondance, il faut, ou faire des hypothèses sur l'élasticité du solide, ou étudier directement par l'expérience la loi de frottement de S.

» Les généralités précédentes s'étendent sans peine à tous les systèmes continus (fils et membranes inextensibles, fluides incompressibles) dont les éléments restent identiques à eux-mêmes. Pour les fluides compressibles, etc., des difficultés nouvelles s'introduisent. C'est là un point sur lequel je reviendrai ultérieurement. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Fourier.* Note de M. **Le Roy**, présentée par M. Poincaré.

« Envisageons un domaine D limité par une surface fermée S. Le problème des températures stationnaires consiste à trouver une fonction

continue $V(x, y, z)$ jouissant des propriétés suivantes :

$$\Delta V + \varphi = 0 \ldots \quad \text{dans D}, \quad \frac{dV}{dn_i} = hV \ldots \quad \text{sur S},$$

h étant une constante positive donnée et $\varphi(x, y, z)$ une fonction donnée.

» Soit S' une surface fermée tracée à l'intérieur de D : on suppose que S' a le même ordre de connexion que S et qu'il existe une correspondance univoque entre les points M de S et les points M' de S'. Soit λ un paramètre compris entre 0 et 1. Cherchons une fonction W jouissant des propriétés suivantes :

$$\Delta W + \varphi = 0 \ldots \quad \text{dans D}, \quad W_M = \lambda W_{M'} \ldots \quad \text{sur (S, S')}.$$

Pour cela, faisons les approximations suivantes :

$$\Delta W_0 + \varphi = 0 \ldots \quad \text{dans D}, \quad \Delta W_i + \varphi = 0 \ldots\ldots \quad \text{dans D},$$
$$W_0 = 0 \ldots \quad \text{sur S}, \quad W_i = \lambda W'_{i-1} \ldots \quad \text{sur (S, S')}.$$

On peut, sans restreindre la généralité, supposer $\varphi \geqq 0$. Alors on a

$$W_i > 0, \quad W_i < W_{i+1}, \quad W_i < N,$$

N étant un nombre assignable. On conclut de là l'existence d'une limite W et, en appliquant le théorème de Harnack à la série

$$\Sigma(W_{i+1} - W_i),$$

on trouve que W résout le problème proposé.

» De même, soit Φ une fonction définie pour tous les couples de points correspondants de S et S'. On peut trouver une fonction $U(x, y, z)$ telle que

$$\Delta U = 0 \ldots \quad \text{dans D}, \quad U = \lambda U' + \Phi \ldots \quad \text{sur (S, S')}.$$

Nous appellerons la surface S' *surface caractéristique* et le paramètre λ *paramètre caractéristique*.

» On peut considérer W comme une fonction de (x, y, z, λ), si l'on prend pour S' une surface parallèle à S et si l'on pose

$$\lambda = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha}, \quad \alpha = \frac{h}{2}\delta,$$

δ étant la distance de S à S'. On vérifie sans peine que W est une fonction continue de λ pour toute valeur de λ comprise entre 0 et 1. Enfin il est possible d'assigner à W une limite supérieure indépendante de λ.

» Cela posé, considérons la fonction U telle que

$$\Delta U = 0 \ldots \quad \text{dans D}, \quad U = \lambda U' + W' - \frac{4\lambda}{h(1+\lambda)^2} \frac{dW'}{dn_i} \cdots \quad \text{sur (S, S')}.$$

Sachant assigner à W une limite supérieure indépendante de λ, on peut, si S a en tout point une courbure finie, assigner aussi à U une limite supérieure indépendante de λ. Enfin on démontre que U est la dérivée de W par rapport à λ.

» Considérons une suite de surfaces S_i parallèles à S et tendant vers S. Il lui correspond une suite de paramètres λ_i tendant vers 1. Soit W_{λ_i} la fonction qui correspond à chaque groupe caractéristique (S_i, λ_i). On a

$$W_{\lambda_{i+1}} - W_{\lambda_i} = (\lambda_{i+1} - \lambda_i) U_{l_i}, \qquad |W_{\lambda_{i+1}} - W_{\lambda_i}| < (\lambda_{i+1} - \lambda_i) N,$$

l_i étant compris entre λ_i et λ_{i+1} et N ne dépendant pas de l'indice i. On conclut de là que la série

$$\Sigma(W_{\lambda_{i+1}} - W_{\lambda_i})$$

converge absolument et uniformément dans tout le domaine D. Donc la suite W_{λ_i} a une limite V et l'on voit que cette limite vérifie l'équation

$$\Delta V + \varphi = 0$$

en appliquant le théorème de Harnack.

On a

$$W_{\lambda_i}^{S_i} - W_{\lambda_i}^{S} = \alpha_i (W_{\lambda_i}^{S_i} + W_{\lambda_i}^{S}) \ldots \qquad \text{sur } (S, S_i).$$

D'où, en appliquant le théorème des accroissements finis et en désignant par Σ_i une surface parallèle à S et comprise entre S et S_i,

$$V^{S_i} - V^{S} = \alpha_i (W_{\lambda_i}^{S_i} + W_{\lambda_i}^{S}) + \delta_i \frac{d(V - W_{\lambda_i})^{\Sigma_i}}{dn_i}.$$

Or

$$\frac{d(V - W_{\lambda_i})^{\Sigma_i}}{dn_i}$$

tend vers zéro quand δ_i tend vers zéro. On conclut de là

$$\lim \frac{V^{S_i} - V^{S}}{\delta_i} = h V^{S}.$$

» Donc $\frac{dV}{dn_i}$ existe et satisfait à l'équation du rayonnement. Par suite, V résout le problème des températures stationnaires.

» Les considérations qui précèdent permettent de construire une fonction analogue à la fonction de Green, mais satisfaisant sur le bord du domaine D à l'équation du rayonnement. Par suite, en suivant une voie ouverte par M. Poincaré, on peut établir l'existence d'une suite illimitée de constantes positives et indéfiniment croissantes ξ_i^2 auxquelles corres-

pondent des fonctions continues U_i telles que

$$\Delta U_i + \xi_i^2 U_i = 0 \quad \text{dans D}, \qquad \frac{dU_i}{dn_i} = h U_i \quad \text{sur S}, \qquad \int_{(S)} U_i^2 \, d\tau = 1$$

chacune des fonctions U_i étant au plus de l'ordre de grandeur de ξ_i^2.

» Tout cela posé, en combinant la méthode exposée dans la présente Note avec la méthode exposée dans une Note récente au sujet du refroidissement d'un corps solide par communication, on peut résoudre avec une entière rigueur le problème du refroidissement d'un corps solide par rayonnement, c'est-à-dire trouver une fonction continue $V(x, y, z, t)$ jouissant des propriétés suivantes :

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial t} \quad \text{dans D}, \qquad \frac{dV}{dn_i} = h V \quad \text{sur S}, \qquad V = \varphi(x, y, z) \quad \text{pour } t = 0.$$

On déduit de là la possibilité du développement d'une fonction arbitraire en série de fonctions U_i.

» Les résultats précédents s'étendent sans peine aux cas où il y a des sources de chaleur intérieures au corps, où le pouvoir émissif n'est pas le même en tous les points de la surface du corps, où le milieu ambiant n'est pas à une température uniforme, enfin où la conductibilité varie avec la température. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Absorption de la lumière dans les cristaux uniaxes*. Note de M. G. MOREAU, présentée par M. Poincaré.

« Dans un cristal uniaxe, l'ellipsoïde de distribution de l'éther, que j'ai défini dans une Note précédente, est un ellipsoïde de révolution dont l'axe coïncide avec l'axe du cristal.

» En prenant cet axe comme axe des Z et deux droites quelconques, perpendiculaires dans un plan normal, comme axes des x et des y, les coefficients des équations du mouvement lumineux se simplifient.

» Les coefficients p, q, r (¹) sont nuls, et l'on a

$$P = Q = \gamma = \varphi(4A_1 + C_1),$$
$$R = \varphi(2A_1 + 3C_1) = \gamma_1.$$

(¹) *Comptes rendus*, 30 juillet 1894.

φ est une constante et A_1 et C_1 les inverses des carrés des demi-axes de l'ellipsoïde de distribution.

» Les équations du mouvement lumineux sont alors

$$\xi \text{ ou } \eta \left\{ \begin{aligned} &\rho \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} \; A\Delta^2 \xi + \beta(U - \xi) + \gamma \frac{\partial(U - \xi)}{\partial t} \\ &\rho \frac{\partial^2 \zeta}{dt^2} = C\Delta^2 \zeta + \beta_1(W - \zeta_2) + \gamma_1 \frac{\partial(W - \zeta)}{\partial t} \end{aligned} \right\} \text{Éther,}$$

avec les équations correspondantes du mouvement d'une molécule matérielle M;

$$U \text{ ou } V \left\{ \begin{aligned} &M \frac{\partial^3 U}{\partial t^2} = aU + \beta(\xi - U) + \gamma \frac{\partial(\xi - U)}{\partial t}, \\ &M \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} \; cW + \beta_1(\zeta - W) + \gamma_1 \frac{\partial(\xi - W)}{\partial t}. \end{aligned} \right.$$

De ces équations on tire facilement celles d'une onde normale à une direction Oz_1 située dans le plan zOx et qui fait l'angle α avec l'axe du cristal. En prenant pour nouvel axe des x, Ox_1 perpendiculaire à Oz_1 et conservant l'ancien axe des y, il vient

$$\text{Éther}\ldots \left\{ \begin{aligned} &\rho \frac{\partial^2 \xi_1}{\partial t^2} = B \frac{\partial^2 \xi_1}{\partial z_1^2} + H(U_1 - \xi_1) + \Omega \frac{\partial(U_1 - \xi_1)}{\partial t}, \\ &\rho \frac{\partial_1 \eta_1}{\partial t^2} = A \frac{\partial^2 \eta_1}{\partial z_1^2} + \beta(V_1 - \eta_1) + \gamma \frac{\partial(V_1 - \eta_1)}{\partial t}, \end{aligned} \right.$$

et

$$\text{Matière}\,. \left\{ \begin{aligned} &M \frac{\partial^2 U_1}{\partial t^2} = \mathcal{A} U_1 + H(\xi_1 - U_1) + \Omega \frac{\partial(\xi_1 - U_1)}{\partial t}, \\ &M \frac{\partial^2 V_1}{\partial t^2} = aV_1 + \beta(\eta_1 - V_1) + \gamma \frac{\partial(\eta_1 - V_1)}{\partial t}, \end{aligned} \right.$$

où

$$\begin{aligned} B &= A\cos^2\alpha + c\sin^2\alpha, \\ H &= \beta\cos^2\alpha + \beta_1\sin^2\alpha, \\ \Omega &= \gamma\cos^2\alpha + \gamma_1\sin^2\alpha, \\ \mathcal{A} &= \alpha\cos^2\alpha + c\sin^2\alpha. \end{aligned}$$

De ces équations on déduit :

» 1° L'onde ordinaire qui vibre parallèlement à Oy aura un coefficient d'absorption constant quelle que soit la valeur de α.

» Ce coefficient d'absorption sera K_{ord}. Il est donné par

$$(1) \qquad \frac{K_{\text{ord}}}{V_{\text{ord}}} = \frac{\gamma}{2A} \frac{(Mn^2 + a)^2}{(Mn^2 + a - \beta)^2 - n^2\gamma^2},$$

où n est le nombre de vibrations de l'onde en l'unité de temps et V_0 la vitesse de propagation de l'onde. Elle est d'ailleurs donnée par

$$(2) \qquad \frac{1}{V_0^2} - \frac{K_0^2}{n^2} = \frac{\rho}{A} + \frac{Mn^2 + a}{An^2} \times \frac{n^2\gamma^2 - \beta(Mn^2 + a - \beta)}{n^2\gamma^2 + (Mn^2 + a - \beta)^2}.$$

La formule (2) montre que si le cristal est peu absorbant, la réfraction de l'onde n'est guère modifiée par l'absorption.

» 2° L'onde extraordinaire qui vibre suivant Ox_1 sera absorbée suivant une *seule* exponentielle. Son coefficient d'absorption variera avec l'inclinaison de l'onde sur l'axe du cristal. Il est donné par

$$(3) \qquad \frac{K}{V} = \frac{\Omega}{2B} \frac{(Mn^2 + A)^2}{(Mn^2 + A - H)^2 + n^2\Omega^2}.$$

» La vitesse V de propagation est donnée par une formule analogue à (2). Ici encore, la modification apportée à la réfraction par l'absorption est faible.

» Si l'on se rappelle que A et Ω sont très petits à côté de M et n, on déduit facilement de (3) :

$$(4) \qquad \frac{K}{N} = R' \frac{K_0}{N_0} \cos^2\alpha + S' \frac{K_e}{N_e} \sin^2\alpha,$$

où

$$R' = \frac{(Mn^2 - \beta)[M\rho n^2 - \beta(M + \rho)]}{(Mn^2 - H)[M\rho n^2 - H(M + \rho)]};$$

S' a la même forme que R', β_y est remplacé par β_1.

» Pour les cristaux faiblement biréfringents, β, β_1 et H sont peu différents; alors la formule (4) prend la forme plus simple

$$(5) \qquad \frac{K}{N} = \frac{K_0}{N_0} \cos^2\alpha + \frac{K_e}{N_e} \sin^2\alpha,$$

où N_0 et N_e sont les indices principaux de réfraction et N l'indice de l'onde considérée.

» La formule (5) représente bien les résultats obtenus par M. Camichel [1] dans l'étude de l'absorption de plusieurs variétés de tourmalines.

» I. Avec une tourmaline brune très absorbante, on a, pour la lumière du sodium, avec une approximation voisine du $\frac{1}{60}$,

$$K_e = 2,636, \qquad K_{10} = 3,508, \qquad K_{20} = 5,915;$$

(1) *Thèse de Doctorat.* Gauthier-Villars, 1895.

les chiffres 10 et 20 représentent le nombre de degré de l'angle de la vibration extraordinaire avec l'axe du cristal.

» Avec ces nombres, j'ai déduit de la formule (5)

$$K_0 = 31,05 \quad \text{avec} \quad K_{10} \quad \text{et} \quad K_e,$$
$$K_0 = 31,9 \quad \text{avec} \quad K_{20} \quad \text{et} \quad K_e.$$

» II. Avec une tourmaline verte parallèle à l'axe, on a mesuré

$$K_e = 0,3147, \qquad K_{20} = 0,5751,$$
$$K_0 = 2,659, \qquad K_{30} = 0,89.$$

» La formule (5) m'a donné

$$K_{20} = 0,585 \quad \text{et} \quad K_{30} = 0,895.$$

» III. Avec une tourmaline verte normale à l'axe, l'expérience a donné

$$K_0 = 1,460, \qquad K_{70} = 1,307, \qquad K_{50} = 0,9389.$$

» Par la formule (5), j'ai calculé K_e, puis K_{70}, et j'ai trouvé

$$K_{70} = 1,295.$$

» La concordance est donc parfaite, sauf pour la tourmaline brune très absorbante. Il est probable que pour celle-ci, c'est la formule (4) qui serait vérifiée.

» Dans tous ces calculs, les indices N ont été calculés au moyen des indices principaux.

» On peut conclure que la symétrie de l'absorption uniaxe n'est pas aussi complète que la théorie de l'ellipsoïde d'absorption l'indique. La dissymétrie est d'autant plus grande que le cristal est plus biréfringent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le potentiel d'une surface électrisée.* Note de M. Jules Andrade.

« 1. La discontinuité de la couche électrique, qui joue un rôle important dans la théorie de l'électricité statique, a été souvent démontrée. La rigueur des démonstrations n'est pas toujours incontestable. Il ne m'a pas paru sans intérêt de reprendre la question.

» 2. Soient M_0 un point situé sur une surface électrisée, et M un point voisin situé sur la normale $M_0 n_0$ à cette surface, dont on a fixé l'orientation; nous supposons que le point M_0 appartienne à une région S_1 dont

l'équation à l'égard d'un de ses points $P(a, b, c)$ puisse prendre la forme très générale suivante

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} z = c + p(x-a) + q(y-b) \\ + g(x-a)^2 + 2h(x-a)(y-b) + k(y-b)^2, \end{aligned}\right.$$

p et q désignant des constantes comme a, c, b; et g, h, k étant trois fonctions finies et continues ainsi que leurs dérivées partielles des deux premiers ordres pour des valeurs suffisamment réduites des différences $x - a$ et $x - b$.

» Pour apprécier la force F exercée sur le point M chargé de la quantité $+1$ d'électricité, on prend un axe Mz prolongement du segment M_0M et un plan perpendiculaire Mxy passant par M et sur lequel on projette la surface S_1. Soient R le rayon vecteur et ψ l'angle polaire de la projection a sur ce plan d'un point A de la surface pour lequel la normale orientée aura la direction n, et sur lequel la densité électrique est λ. En nommant $\mathcal{R}$ la valeur de R pour un point de la courbe terminale de S_1, et μ la constante de la répulsion newtonienne, on exprimera la composante F_{n_0} de F, suivant la normale n_0, par la formule

$$\frac{1}{\mu} F_{n_0} = \int_0^{2\pi}\int_0^{\mathcal{R}} - \frac{\lambda R z}{(R^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} \frac{1}{\cos(\widehat{n_0 n})} dR\, d\psi.$$

Cette formule, au moyen de l'identité

$$\frac{\partial}{\partial R} \frac{z}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}} = - \frac{zR}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{R^2}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} \frac{\partial z}{\partial R},$$

se transforme en la suivante, où $\mathcal{Z}$, Λ, $\mathcal{N}$ désignent les éléments z, λ, n, relatifs à un point de la courbe terminale, et où $\lambda(M_0)$ désigne la densité électrique en M_0,

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{\mu} F_{n_0} = 2\pi\lambda_{(M_0)} + \int_0^{2\pi} \frac{\mathcal{Z}}{(\mathcal{R}^2+\mathcal{Z}^2)^{\frac{1}{2}}} \frac{\Lambda}{\cos(n_0, \mathcal{N})} d\psi \\ - \int_0^{2\pi}\int_0^{\mathcal{R}} \frac{z}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}} \frac{\partial}{\partial R}\left[\frac{\lambda}{\cos(n_0, n)}\right] d\psi\, dR \\ - \int_0^{2\pi}\int_0^{\mathcal{R}} \frac{\lambda}{\cos(n_0, n)} \frac{R^2}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}} \frac{\partial z}{\partial R} d\psi\, dR. \end{aligned}\right.$$

» Dans cette formule, qui suppose l'existence des dérivées

$$\frac{\partial\lambda}{\partial R}, \frac{\partial\lambda}{R\,\partial\psi} \quad \text{ou celle de} \quad \frac{\partial\lambda}{\partial x} \text{ et } \frac{\partial\lambda}{\partial y} \quad (x = R\cos\psi\, y = R, \sin\psi),$$

le *terme essentiel* $2\pi\lambda(M_0)$ provient de la quadrature immédiate

$$\int_0^{\mathcal{R}} \frac{\partial}{\partial R} \frac{z}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}},$$

dans laquelle, en désignant par ζ la distance du point A au plan tangent en M_0 à la surface $z = \zeta - M_0M$, et pour la limite inférieure de la précédente quadrature $(R = 0)$ $\frac{z}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}}$ se réduit à $-\frac{M_0M}{M_0M} = -1$.

» Lorsque le point M est remplacé par le point M′ situé sur la normale M_0n_0, mais de l'autre côté de la surface, on aura l'axe des z gardant son orientation

$$z = \zeta + M_0M',$$

et cette fois, pour $R = 0$, la fraction $\frac{z}{(R^2+z^2)^{\frac{1}{2}}}$ se réduit à $+\frac{M_0M'}{M_0M'} = +1$; alors, en retranchant de l'équation (1) l'équation analogue pour le point M′ et désignant par F'_{n_0} la composante normale de la nouvelle force F′,

$$(3) \qquad \frac{1}{\mu}(F_{n_0} - F'_{n_0}) = 4\pi\lambda_0 + \mathfrak{s},$$

$\mathfrak{s}$ désignant l'excès de la somme des intégrales du second membre de (1), où l'on fait $z = \zeta - M_0M$, sur la somme des mêmes termes où l'on ferait $z = \zeta + M_0M'$.

» Or, il est facile de s'assurer que *cet excès tend vers zéro avec la distance* MM′. Il tendrait d'ailleurs également vers zéro si le point M′ se trouvait du premier côté de la surface.

» Cette dernière remarque nous montre que F_{n_0} tend vers une limite Φ_{n_0} si le point M tend vers M_0 du premier côté de la surface et que F'_{n_0} tend vers une limite Φ'_{n_0}, quand le point M′ tend vers M_0 par le second côté de la surface.

» L'équation (3) nous donne alors

$$(4) \qquad \frac{1}{\mu}(\Phi_{n_0} - \Phi'_{n_0}) = 4\pi\lambda(M_0),$$

équation qu'on peut aussi établir par l'emploi d'un théorème de Gauss.

» La démonstration sera à peine modifiée et les conclusions subsistent entièrement si l'on suppose que les points M et M′ tendent vers un même point P_0 de la surface, mais de deux côtés différents.

» 3. Ainsi la raison analytique de la discontinuité de la force est de même nature que celle que la Géométrie indique dans le cas d'une densité λ constante. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Appareil imitant les mouvements exécutés par certains animaux pour se retourner sur eux-mêmes, sans appuis extérieurs.* Note de M. **Edm. Fouché**, présentée par M. Guyou.

« Diverses Communications, faites il y a quelques mois, ont mis en lumière les mouvements que doivent exécuter certains animaux, pour se retourner sur eux-mêmes sans prendre aucun point d'appui extérieur. Il m'a semblé intéressant de pousser plus loin la vérification expérimentale de M. Marcel Deprez, et de réaliser un appareil, simple de construction, reproduisant approximativement les mouvements d'un chat, tels que les a décrits M. Guyou en interprétant les photographies de M. Marey.

» L'appareil, que j'ai construit dans ce but, est constitué par un bâti allongé, figurant le corps de l'animal; aux deux extrémités, sont articulées deux paires de pattes chargées de petites masses à leurs extrémités. Chacune des paires de pattes peut effectuer deux oscillations indépendantes : l'une autour d'un axe placé longitudinalement par rapport au corps, mouvement qui représente le déhanchement; l'autre autour d'un axe perpendiculaire au précédent, mouvement qui permet aux pattes de s'aligner le long du corps, ou de se placer perpendiculairement à lui. Le mouvement de déhanchement des pattes d'avant est inverse de celui des pattes d'arrière. Un seul axe coudé, avec ressort, placé transversalement dans le centre de la carcasse, sert, par sa rotation, à produire les deux genres d'oscillations, de telle façon que le mouvement de déhanchement est au point mort, par suite insignifiant, lorsque le mouvement de basculement des pattes est en pleine activité, et *vice versa*.

» La succession des mouvements, pour un tour de l'axe moteur et par rapport au bâti de l'appareil, est la suivante, en supposant que les pattes sont, au départ, perpendiculaires au corps et du même côté :

» 1° Les pattes d'avant se rabattent le long du corps; 2° les pattes d'avant et les pattes d'arrière tournent en sens inverse autour de l'axe

longitudinal; 3° les pattes d'avant se redressent en même temps que les pattes d'arrière se replient; 4° mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal, inverse de celui du numéro 2; 5° les pattes d'arrière se redressent.

» Tous les éléments du système sont revenus à leurs positions relatives initiales, et, sauf l'axe moteur, n'ont exécuté que des mouvements alternatifs, semblables à ceux décrits par M. Guyou.

» Cet appareil, remonté d'un tour et abandonné à lui-même, exécute instantanément les mouvements précités et change son orientation de près de 180°. Il vérifie pleinement les explications données. »

OPTIQUE. — *L'objectif catoptrique et symétrique.* Note de M. **Ch-V. Zenger**, présentée par M. A. Cornu.

« La question de la perfection optique relative des objectifs dioptriques et catoptriques a été récemment discutée de nouveau, et il semble que, du moins en Angleterre, on préfère les réflecteurs. En effet, les images fournies par les réfracteurs les plus parfaits ne sont pas des images absolument nettes, mais plutôt des superpositions d'images achromatisées seulement pour une certaine zone des raies C ou F de Frauenhofer, se confondant avec les images des bords rouge et violet, non réunies au même plan focal; même avec les verres d'Iéna cette superposition d'images colorées et de grandeurs différentes existe, quoique amoindrie.

» Le réflecteur est tout à fait exempt des aberrations chromatiques et l'aberration sphérique est sept fois moindre que celle d'une lentille de crown simple biconvexe ([1]).

» L'aberration seule à corriger est donc très petite et je vais montrer qu'elle peut être diminuée de manière que les images soient absolument exemptes de toute aberration de forme, sans avoir recours aux miroirs parabolisés.

» En combinant deux miroirs *de même rayon de courbure*, et en plaçant les surfaces symétriques sphériques de manière que le miroir convexe soit placé au milieu de la distance du grand miroir concave et de son foyer, les

---

([1]) Voir l'*Objectif catadioptrique aplanétique* (*Comptes rendus de la Société royale des Sciences*, Prague, 1875).

rayons sont réfléchis au point placé à la distance focale p du miroir concave, c'est-à-dire $\frac{p}{2}$, en arrière du miroir concave.

» La distance focale du double objectif catoptrique devient alors la même qu'avec le miroir concave seul, mais l'image du Soleil est deux fois plus grande.

» Soient $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p}$ et $\frac{1}{\beta} = \frac{1}{b} - \frac{1}{p}$, pour les deux miroirs; si $\frac{1}{b} = \frac{2}{p}$, on obtient $\beta = p$ et $\frac{\beta}{b} = m = 2$. C'est ce qui donne pour l'aberration sphérique par les formules approchées, qui suffisent pour ce cas :

$$d\varphi = \frac{mx^3}{32p^3}\left[1 - \left(\frac{m-1}{m}\right)^4 \frac{q}{p}\right] = \frac{15}{256}\,\frac{x^3}{p^3};$$

pour l'aberration assez minime d'une seconde d'arc, on obtient l'ouverture relative du grand miroir $\frac{2x}{p} = \frac{1}{11,475}$.

» Le petit miroir doit avoir l'ouverture $\frac{2x'}{p} = \frac{1}{23}$. Les images photographiques des étoiles démontrent l'aplanétisme et l'astigmatisme du système double symétrique de miroirs, car il n'y a pas trace des queues dues à l'astigmatisme et les images des étoiles sont de véritables points. Les réfracteurs produisent toujours des disques, parce que les images rouges et violettes superposées à l'image de la région achromatisée réagissent sur la couche très sensible du bromure d'argent, par une exposition prolongée, et les bords des disques sont mal définis.

» C'est ce qui explique la supériorité indéniable de réflecteurs pour la vision et la Photographie céleste, divisant aisément les étoiles doubles très serrées et donnant des détails très fins des disques planétaires, de la Lune et du Soleil ([1]).

» Mais il reste encore deux grands inconvénients : la courbure du plan focal, et l'impossibilité de placer les deux miroirs en face sur l'axe optique. Heureusement l'arrangement de l'objectif double catoptrique se prête à la destruction complète de ces deux défauts. En inclinant les deux miroirs homofocaux suffisamment pour faire passer les rayons réfléchis par le miroir concave près des bords du miroir convexe, le foyer se forme en

---

([1]) Voir : *La Photographie céleste par les objectifs catadioptriques* (*Comptes rendus*, 2 septembre 1889 et 9 septembre 1895).

arrière du grand miroir à la distance $\frac{p}{2}$. L'image agrandie deux fois se trouve tout à fait exempte de queues et d'aberration sphérique sensible; le plan focal ne montre pas trace de courbure, ce qui est de la dernière importance pour la Photographie et pour la Spectrographie (¹).

» *L'identité de courbure de deux miroirs seule* peut absolument détruire l'effet fâcheux d'astigmatisme, les images des étoiles se montrant tout à fait exemptes de queues, et nettes jusqu'au bord du champ, car la surface concave produit une courbure dans le sens opposé à celui de la courbure du champ produite par le miroir convexe.

» On voit que le principe de la construction symétrique (voir *Comptes rendus : L'Objectif symétrique*, 1894) s'applique également au perfectionnement des images catoptriques et dioptriques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une classe de piles secondaires*. Note de M. **Lucien Poincaré**, présentée par M. Lippmann.

« Dans presque tous les accumulateurs actuellement en usage (²), on utilise l'oxydation et la réduction d'un oxyde de plomb; malgré tous les ingénieux perfectionnements dont ils ont été l'objet, ces appareils présentent, en principe, certains inconvénients : les couches de la matière active doivent être soutenues par une carcasse de plomb qui constitue un poids mort; les oxydes ne sont pas très bons conducteurs de l'électricité, des effets Peltier sont à craindre au contact des oxydes et du métal, et, pour ces deux causes, une partie assez notable de l'énergie se dissipe sous forme de chaleur; les plaques actives toujours fragiles se désagrègent à la longue; si l'on ne veut pas mettre rapidement la pile hors d'usage, il convient de ne la soumettre jamais qu'à un régime bien déterminé; il faut prendre bien garde de ne pas pousser la décharge jusqu'au bout, éviter soigneusement les courts circuits, et ces restrictions interdisent presque

---

(¹) Voir : *La Photographie des parties invisibles du spectre solaire* (*Congrès de Paris de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, 1889).

(²) Parmi les tentatives faites pour substituer d'autres piles aux accumulateurs à plomb il convient de citer, en première ligne, les remarquables recherches de MM. Cailletet et Colardeau sur la pile à gaz sous pression. Voir *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 830.

l'emploi si intéressant des accumulateurs comme transformateurs. On peut se demander si l'on n'atténuerait pas ces défauts en employant comme électrodes des métaux *à l'état liquide* où l'attaque pourrait se produire plus complète, où aucune désagrégation ne serait à craindre, et naturellement dans cette voie on est amené à essayer d'abord le mercure. On ne saurait, dans ce cas, se servir d'un acide comme électrolyte, car l'hydrogène se dégagerait en pure perte, mais en substituant un sel à l'acide on formera à la cathode un amalgame qui constituera avec le mercure de l'anode une pile secondaire. Parmi les nombreux sels que j'ai essayés les résultats les plus intéressants ont été fournis par les sels alcalins des haloïdes; on obtient avec ces sels des piles parfaitement réversibles, de force électromotrice élevée, généralement voisine de 2 volts, mais le chlore ou le brome qui se combine avec le mercure positif forme une couche peu conductrice et le rendement n'est pas bon. Tout autre est le résultat obtenu avec l'iodure de sodium : pourvu que l'iodure soit en dissolution assez concentrée, que la densité du courant ne soit pas trop grande, et que l'électrode positive soit de surface plus large que la négative, aucun dépôt ne se forme sur l'anode qui reste parfaitement nette ; la liqueur contenant l'iodure de mercure en dissolution dans l'iodure alcalin demeure limpide, cependant que le sodium se combine presque intégralement à la cathode, si l'on a soin que la température ne s'élève pas trop. On constitue donc, par ce moyen, une pile secondaire où les deux électrodes restent après la charge *entièrement métalliques;* on peut, par suite, rendre la perte d'énergie aussi petite que l'on voudra : il suffit d'adopter un dispositif tel que la résistance soit très faible, prendre, par exemple, deux électrodes concentriques dont les surfaces libres sont à peu près dans le même plan horizontal, séparées par une mince cloison en verre se terminant presque au même niveau, et submergées par l'électrolyte. La seule perte qui se produise dans l'appareil est la disparition d'une fraction du sodium déposé par le courant, mais cette perte peut être rendue très faible quand l'intensité n'est pas très grande; le rendement de l'accumulateur en quantité peut dépasser $\frac{90}{100}$ et le rendement en énergie est presque le même; le régime de décharge est absolument indifférent; la pile peut être mise en court circuit, et déchargée complètement sans inconvénient. La force électromotrice (mesurée par comparaison avec un étalon Gouy) est, en pleine charge, de $1^{\text{volt}},85$: elle baisse lentement pendant la décharge; la capacité rapportée à 1^{kg} est de l'ordre de la capacité pratique des accumulateurs ordinaires (10 ampère-heure). J'ai également

étudié les variations de la force électromotrice de cette pile avec la température, et j'ai constaté qu'à une période déterminée la valeur de la force électromotrice est sensiblement indépendante de la température. Interprété dans la théorie thermodynamique de la pile, ce fait prouve que toute l'énergie chimique donnée à l'élément se récupère bien sous forme d'énergie électrique. Les piles ainsi constituées ne sauraient, à coup sûr, au moins sous leur forme actuelle, être utilisées dans la pratique industrielle courante. Le prix élevé des matières qui entrent dans leur formation, les difficultés inhérentes à l'emploi d'électrodes liquides, la nécessité, si l'on veut conserver longtemps la pile en charge avant de la faire travailler, de soustraire l'amalgame au contact du liquide (on pourrait arriver à ce résultat par un artifice analogue à celui qui est employé pour les piles à treuil) sont autant d'obstacles à cet usage; mais ces éléments présentent quelque intérêt théorique, peuvent, à cause de la facilité avec laquelle on les obtient, rendre des services dans des cas particuliers et fournissent un nouvel exemple de la possibilité de remplacer, en principe, les accumulateurs à plomb par d'autres combinaisons (¹). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'effet d'une force électromotrice alternative sur l'électromètre capillaire*. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on établit entre les bornes d'un électromètre Lippmann une force électromotrice de $0^{volt},95$, la constante capillaire est maximum : on admet qu'alors la double couche d'électricité au contact mercure-eau acidulée est nulle. Le condensateur constitué par les deux surfaces en regard est déchargé.

» Si on le charge par une force électromotrice complémentaire, l'effet produit sera indépendant du sens de cette force électromotrice : il y aura encore un effet produit si ce sens varie constamment, c'est-à-dire si la force électromotrice est alternative.

» C'est ce que j'ai vérifié directement, en employant une force électromotrice de valeur déterminée, $0^{volt},15$ par exemple, et renversant le sens des communications avec les surfaces du ménisque, au moyen d'un commutateur tournant mû par un petit moteur électromagnétique.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

» Voici le dispositif expérimental :

» On a deux circuits, comme dans la méthode de M. Bouty pour les mesures de résistances électrolytiques. L'un d'eux comprend une pile Daniell, du système Terquem, et deux boîtes de résistance : l'une sur laquelle on met une résistance R, l'autre sur laquelle on met une résistance R'. Les deux bornes C, D de la boîte R étant mises aux deux pôles de l'électromètre Lippmann, si l'on fait $R = 9000$ ohms, $R' = 1111$, on a très exactement le maximum de la constante capillaire.

» L'autre circuit comprend également un daniell, puis une boîte à pont d'Elliott; le courant traverse successivement une résistance r' qui peut varier de 0 à 9999 ohms, puis deux résistances r qui comprennent chacune quatre bobines de 10, 100, 1000 et 10000 ohms. Des fils soigneusement isolés partent du bouton O qui sépare les deux résistances r, et des deux boutons A, B qui sont aux extrémités de ces deux résistances.

» Les fils partant de A et de B sont reliés d'une manière permanente à deux pièces de laiton a, b qui viennent successivement en contact avec un ressort fixe K. Les pièces a et b sont deux cercles de laiton présentant chacun douze échancrures qui alternent, et fixés sur les deux faces d'un disque isolant.

» Pour établir les communications, on adapte un commutateur à six godets de porcelaine, noyés dans un gâteau de paraffine, et pleins de mercure. Je numérote les godets 1, 2, 3, 4, 5, 6, en suivant les sommets de l'hexagone régulier qu'ils ferment. 1 est relié au mercure supérieur de l'électromètre, 2 au mercure inférieur de la cuvette. De petits ponts mobiles en cuivre permettent d'établir les communications entre deux godets quelconques.

» 5 et 6 sont reliés aux extrémités C et D de la résistance R (1er circuit). Si l'on joint par des ponts 1 — 6, et 2 — 5, on a, aux bornes de l'électromètre, la force électromotrice qui existe aux deux bouts de R. On règle R de manière que le niveau du ménisque soit le plus haut possible dans le tube capillaire; c'est à partir de là qu'on fera agir la force prise alternativement entre O et A, et entre O et B.

» Le point O est relié à 3, et le ressort K, qui sera en contact successivement avec a et b, à 4. Trois ponts établissent d'une manière permanente les communications : 2 — 3, 4 — 5, 6 — 1. Le point C du premier circuit (le courant traverse la résistance R de C à D) et le point O du second sont en communication permanente avec le sol; tout le reste de l'appareil est très soigneusement isolé.

» Dans une des expériences, on a pris pour les deux résistances égales r la valeur 1000 ohms; on a $r' = 5000$. On a donc pour les forces électromotrices OA, OB, $\pm \frac{1000}{7000} \times 1^{\text{volt}},08$.

» Pendant une fraction du temps qui est ici de l'ordre de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$, le ressort K n'est en contact ni avec a ni avec b; il importe de le mettre, avant l'expérience, en communication avec le sol, de façon qu'il soit bien au même potentiel zéro que les points C et O, tant qu'il ne touche ni a ni b; *il importe surtout de vérifier* a posteriori *qu'il y reste bien*. On y arrive en faisant $r = 0$; on doit n'avoir, dans ce cas, aucun déplacement du niveau mercuriel pendant la rotation du commutateur, et cela quelle que soit la position primitive de ce niveau (qu'on peut changer en changeant R et R'); on peut en pratique avoir cette fixité de niveau maintenue durant plusieurs minutes.

» On introduit alors en r les résistances de 1000 ohms. Quand on arrête le commu-

tateur en un point où le ressort K touche a, on a une certaine dénivellation. Par exemple, le niveau était à la division 8 du micromètre; il monte (paraît monter) à la division 16. Si K touche b qui est en relation avec B, le niveau est encore à la division 16. Dans la position intermédiaire, où K est isolé, le niveau se maintient à 8. Quand on fait tourner le commutateur à une allure un peu vive, une vingtaine de tours par minute (ce qui correspond à $20 \times 12 = 240$ alternances par minute), le niveau se fixe d'une façon très nette à une division intermédiaire, à la division 13.

» Il reste à cette division 13 quand on augmente la vitesse de rotation. On a atteint 200 tours par minute.

» Dans une autre expérience, le niveau primitif correspondant au maximum étant à la division 1, on a fait $r = 1000$, $r' = 2000$. En laissant le ressort k' en contact permanent soit avec a, soit avec b, le niveau vient à 50,5. En faisant tourner, il se fixe à 22.

» Comme vérification, j'ai fait immédiatement après : $r = 0$, $r' = 4000$; le niveau est toujours resté bien fixe à la division 1.

» J'ai vérifié en outre que, si l'on part d'une position du ménisque autre que celle du maximum de la constante capillaire, l'introduction de la force électromotrice alternative ne change pas la position du niveau ([1]).

» Bien que le résultat obtenu fût *a priori* le plus probable, on pouvait se demander si, après avoir polarisé la petite surface par l'hydrogène, on obtiendrait quelque chose en y envoyant alternativement, d'un même côté, des quantités équivalentes d'hydrogène et d'oxygène, dont les effets se neutralisent. Avec l'hypothèse de la double couche électrique, l'expérience s'interprète au contraire très simplement; ce n'est autre chose que la charge d'un électromètre idiostatique par une force électromotrice alternative ([2]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Pile thermochimique à charbon.* Note de M. **Désiré Korda**, présentée par M. Marcel Deprez.

« L'expérience fondamentale de Becquerel (1855), répétée par Jablochkoff (1877), ayant établi qu'une baguette de charbon portée au

---

([1]) Il y aurait intérêt à faire l'expérience en prenant comme point o un point maintenu constamment au potentiel zéro, et pris sur un circuit isolé parcouru par un courant alternatif ordinaire; le ressort k du commutateur serait remplacé par un autre point variable, pris sur le même circuit. Et il y aurait intérêt à voir si, en faisant croître beaucoup la fréquence du courant, le résultat resterait le même; peut-être faut-il une durée minimum pour que l'électromètre puisse être chargé, dans quelque sens que ce soit.

([2]) Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.

rouge et trempée dans un creuset en fonte, contenant de l'azotate de soude, donne naissance à une force électromotrice avec le charbon au pôle négatif, je me suis proposé de rechercher si, lors de la réduction des oxydes métalliques par le charbon, une partie de l'énergie chimique mise en jeu ne se manifeste pas également sous forme d'énergie électrique. Parmi les différents corps que j'ai soumis jusqu'ici à mes expériences, j'en ai trouvé deux que je puis signaler comme donnant nettement une force électromotrice, une fois arrivés à une température élevée, l'un directement avec le charbon, l'autre indirectement, c'est-à-dire par interposition d'un carbonate alcalin en fusion.

» L'un de ces corps est le bioxyde de baryum qui, en se réduisant au contact du charbon à la température du rouge sombre en baryte avec formation d'anhydride carbonique, fournit en même temps un voltage de près de 1 volt avec le charbon au pôle négatif. Aucun des autres bioxydes (celui du cuivre, du manganèse et du plomb) que j'ai mis en contact direct avec le charbon ne m'ont permis de constater une force électromotrice dans ces conditions. Cela s'explique, car ils se réduisent à des corps bons conducteurs formant un court circuit avec le charbon et ne pouvant donner lieu qu'à des courants locaux.

» L'autre corps est le bioxyde de cuivre, avec lequel j'ai pu obtenir des forces électromotrices jusqu'à $1^{volt},1$, dès que j'ai eu l'idée de le séparer du charbon par une couche de carbonate de potassium, un sel que j'ai choisi à cause de sa résistance contre la chaleur seule et ensuite parce que, en entrant en fusion et devenant électrolytique, il est en même temps décomposé par le charbon et réduit alors, de son côté, le bioxyde.

» En ce qui concerne la réduction du bioxyde de baryum, elle se fait suivant la formule $2BaO^2 + C = CO^2 + 2BaO$. Or, en partant du charbon amorphe, la chaleur de formation de l'anhydride carbonique est de $97^{Cal},65$ et celle du bioxyde, en partant de la baryte, est de $12^{Cal},1$; par conséquent, la réaction ci-dessus dégage $97,65 - 2 \times 12,1 = 73^{Cal},45$ correspondant à une force électromotrice de $1^{volt},58$. En effet, dans la pile Daniell, $1^{volt},08$ correspond à une chaleur de $50^{Cal},13$. La valeur de 1 volt que j'ai constatée représente donc $\frac{2}{3}$ de la valeur théorique.

» J'ai réalisé l'expérience dans des conditions très simples, afin d'éviter les influences étrangères. A cet effet, j'ai relié une plaque de charbon aggloméré, au moyen d'un fil de platine, à la borne négative d'un voltmètre Richard, divisé en dixièmes de volt, ayant 100 ohms et permettant de mesurer jusqu'à 3 volts. Un morceau de bioxyde de baryum d'un volume

de 2^{cc} à 3^{cc} fut relié, par un fil de platine, au pôle positif du même appareil. En tenant les fils à la main, j'ai serré, dans un bec Bunsen, le bioxyde contre le charbon, de façon que les fils restent hors de la réaction. Au rouge sombre il se produit une vive effervescence avec dégagement d'acide carbonique. En même temps le voltmètre monte rapidement et j'ai observé dans l'une des expériences $0^{volt},85$, dans une autre 1 volt. Ce voltage varie à peine, jusqu'à ce qu'il reste du bioxyde. Sur le charbon il se forme une masse spongieuse adhérente, de couleur grisâtre, de la baryte qui semble jouer ici le rôle d'électrolyte, en transmettant l'oxygène du bioxyde au charbon. Sur les bords on voit des traces blanches de carbonate de baryum formé par l'anhydride carbonique qui s'échappe. La baryte se régénérant par l'oxygène de l'air à 500° C. en bioxyde, on peut s'en servir presque indéfiniment.

» J'ai répété cette expérience en plaçant les deux corps en présence dans un creuset chauffé dans un feu de coke. Au rouge sombre, le voltmètre montait jusqu'à $0^{volt},9$, mais baissait chaque fois qu'on a retiré le creuset du feu, essai que j'ai répété plusieurs fois. Pour déterminer la résistance ultérieure, j'ai mis en parallèle avec le voltmètre une résistance de 4 ohms. Immédiatement le voltmètre, qui marquait à ce moment $0^{volt},8$, descendait à $0^{volt},2$. Il en résulte une résistance intérieure de $13^{ohms},6$.

» Une disposition analogue fut choisie pour les expériences avec le bioxyde de cuivre et charbon, séparés par du carbonate de potassium pur et sec. Le Tableau suivant indique la marche du phénomène lors de l'une de mes expériences :

	volt		volt
A froid	0,0	Après 45 minutes	1,1
Après 9 minutes	0,1	» 54 »	1,1
» 15 »	0,9	» 61 »	1,0
» 34 »	1,0	» 75 »	0,9 etc.

» Pour le voltage de $1^{volt},1$, la résistance intérieure mesurée était de $3^{ohms},2$.

» Dans une autre expérience, en employant du carbonate un peu humide, le voltmètre déviait d'abord en sens contraire jusqu'à environ 1 volt avant de monter dans le sens où le charbon est au pôle négatif. Ce phénomène est dû évidemment à l'effet chimique des vapeurs d'eau qui se sont formées.

» Finalement, je dois remarquer que, en employant du charbon aggloméré, l'énergie électrique qui accompagne la réaction ne représente qu'une

petite fraction de l'énergie chimique qui se manifeste surtout sous forme de chaleur, mais que, par contre, avec du graphite, tout en produisant la même force électromotrice, la quantité de cuivre et de protoxyde formé est mieux en rapport avec le faible courant qui correspond à ces piles minuscules. En aucun cas, la loi de Faraday n'est plus applicable à cause de l'énergie étrangère fournie sous forme de chauffage. »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde azoteux sur les métaux et sur les oxydes métalliques*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Dans un travail antérieur (*Comptes rendus*, CXIV, 1429, et CXV, 236), nous avons étudié l'action de l'oxyde azotique AzO, et du peroxyde d'azote AzO^2, sur les métaux et sur les oxydes inférieurs, généralement obtenus en réduisant des oxydes par l'hydrogène. Nous avons fait une étude analogue pour l'oxyde azoteux (*protoxyde d'azote*) Az^2O.

» Son action oxydante sur les métaux et les oxydes est fort mal connue; on sait que le potassium et le sodium, légèrement chauffés dans ce gaz, y brûlent vivement, et que le fer, le manganèse, le zinc, l'étain, chauffés au rouge, s'y oxydent plus ou moins vite.

» I. Le gaz, préparé par la décomposition ménagée du nitrate d'ammoniaque, est débarrassé des vapeurs nitreuses et de l'acide azotique qui peuvent s'y trouver, par un laveur à potasse et par une longue colonne imbibée de sulfate ferreux, puis il est soigneusement desséché. Après plus d'une heure de dégagement régulier, on le dirige, sans accès possible de l'air, dans le tube où sont disposés les oxydes et les métaux, réduits auparavant par l'hydrogène et refroidis dans ce gaz.

» Le corps à étudier est chauffé peu à peu à une température connue, toujours inférieure à 500°, limite au-dessus de laquelle l'oxydation pourrait provenir des produits de la destruction plus ou moins lente de l'oxyde azoteux.

» Aucune trace de vapeurs nitreuses ni d'oxyde azotique n'a d'ailleurs été observée parmi les produits gazeux de l'oxydation, même lorsque celle-ci avait déterminé une incandescence de la matière.

» II. *Métaux*. — Le *cadmium*, chauffé au voisinage de son point de fusion, vers 320°, s'oxyde peu à peu, en même temps qu'il se volatilise, et un dépôt brun d'oxyde se sublime sur les parois du tube.

» Le *plomb*, obtenu à l'état très divisé en réduisant avec précaution la litharge par l'hydrogène, s'oxyde lentement vers 300°, en régénérant la litharge jaune.

» Le *fer*, réduit par un courant prolongé d'hydrogène au rouge, brûle au-dessous de 170° et fournit de l'oxyde ferrique rouge Fe^2O^3.

» Le *cobalt* réduit brûle incomplètement vers 230°, en se transformant en protoxyde brun (cobalt pour 100 : trouvé 82,1, calculé 78,7).

» Le *nickel* réduit s'oxyde avec incandescence à 300° en donnant du protoxyde.

» Le *cuivre* réduit est encore inaltéré à 200°, mais au-dessus de 250° il se transforme lentement en oxyde cuivreux rouge. Au voisinage du rouge sombre, on peut obtenir une faible incandescence, le produit d'oxydation étant d'ailleurs identique.

» III. *Oxydes inférieurs.* — L'*oxyde manganeux* MnO, jaune verdâtre, obtenu par la réduction du sesquioxyde, s'oxyde avec incandescence vers 350° et fournit l'oxyde Mn^3O^4 brun clair, qui, calciné à l'air, brunit un peu sans variation de poids.

» Le *bioxyde de tungstène* TuO^2, brun noir, se transforme sans incandescence vers 450° en oxyde bleu Tu^2O^5, non mélangé d'anhydride tungstique.

» Le *sesquioxyde de molybdène* Mo^2O^3, noir, se change lentement en oxyde violet MoO^2.

» L'*oxyde stanneux* SnO, brun, brûle vers 400° en donnant de l'oxyde stannique blanc SnO^2.

» L'*oxyde cuivreux* pourpre, Cu^2O, préparé à l'avance, n'est pas altéré à 350° dans l'oxyde azoteux : son poids demeure identique.

» Le *sesquioxyde de vanadium* noir, préparé en réduisant par l'hydrogène l'anhydride vanadique Va^2O^5, n'est pas modifié au-dessous de 500°.

» L'oxyde uranique jaune, réduit au rouge vif par l'hydrogène, fournit l'*oxyde uraneux* UO^2, brun marron, qui n'est pas altéré par l'oxyde azoteux à 450°. Mais, si la réduction a eu lieu à température plus basse, l'oxyde uraneux est noir et brûle dans l'oxyde azoteux vers 400° en donnant l'oxyde noir U^2O^5.

» IV. Le Tableau suivant indique comparativement les principaux résultats obtenus avec l'oxyde azoteux, l'oxyde azotique, le peroxyde d'azote et l'air, au-dessous de 500°, dans des conditions semblables.

	Az^2O.	AzO.	AzO^2.	Air.
Pb............	PbO	PbO	Nitrate basique	PbO et Pb^3O^4
Fe réduit......	Fe^2O^3	FeO	Fe^2O^3	Fe^2O^3
Co réduit......	CoO	CoO	Co^4O^5	Co^3O^4
Ni réduit......	NiO	NiO	NiO (¹)	NiO (¹)
Cu réduit.....	Cu^2O	Cu^2O	CuO	CuO
MnO.........	Mn^3O^4	Mn^3O^4	Mn^2O^3	Mn^2O^3
Mo^2O^3........	MoO^2	MoO^2	MoO^2 et MoO^3	MoO^3
UO^2..........	UO^2 ou U^2O^5	U^2O^5	Nitrate basique	U^3O^8
Va^2O^3.........	Va^2O^3	Va^2O^3	Va^2O^5	VaO^2, puis Va^2O^5
TuO^2.........	Tu^2O^5	Tu^2O^5	TuO^3 (avec Tu^2O^5)	TuO^3 (et Tu^2O^5)
SnO..........	SnO^2	SnO^2	SnO^2	SnO^2
Cu^2O.........	Cu^2O	Cu^2O	CuO	CuO

» On voit que les oxydations réalisées par l'oxyde azoteux diffèrent peu de celles que donne l'oxyde azotique, étudié de même au-dessous de 500°.

(¹) Un peu suroxydé.

Toutefois, dans la plupart des cas où l'incandescence a été observée, elle a eu lieu à des températures plus hautes avec l'oxyde azoteux, mais elle est *toujours* moins brillante et moins active, même pour le fer qui s'y enflamme plus tôt que dans l'oxyde azotique et y donne de suite un produit plus oxydé.

» Ces oxydations ne peuvent être attribuées à une décomposition préliminaire du gaz azoté : car si cette décomposition était réelle, si faible qu'elle fût, l'oxyde cuivreux rouge, stable à 400° aussi bien dans l'oxyde azotique que dans l'oxyde azoteux, y serait suroxydé. Elles proviennent donc d'une action propre des deux gaz et, sauf dans le cas du fer, indiquent pour l'oxyde azotique une activité oxydante un peu supérieure à celle de l'oxyde azoteux.

» V. Cette analogie de réactions se retrouve encore, jusqu'à un certain point, dans l'action que les deux gaz exercent sur quelques peroxydes.

» On sait déjà que l'oxyde azotique, dirigé sur du bioxyde de sodium Na^2O^2 ou sur du bioxyde de baryum BaO^2, chauffés modérément, se fixe sur eux par addition, pour donner des azotites.

» Une réaction semblable, signalée par Vernon-Harcourt, et que nous avons vérifiée nous-mêmes, a lieu quand on fait arriver l'oxyde azoteux sur du *bioxyde de sodium* fondu vers 300°; il se dégage de l'azote et il se forme beaucoup d'azotite de sodium.

» Nous avons pu obtenir la même formation avec le *bioxyde de barium :* ce corps, chauffé au-dessous du rouge dans l'oxyde azoteux, fond partiellement en donnant de l'azote et une proportion notable d'azotite de baryum.

» Au contraire, l'*oxyde puce de plomb*, chauffé progressivement dans l'oxyde azoteux, se détruit en litharge et oxygène, sans donner lieu à aucune réaction semblable. Dans le gaz oxyde azotique, nous avons montré antérieurement qu'il fournit du peroxyde d'azote et un nitrate basique de plomb. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chaleurs de combinaison du mercure avec les éléments.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Les recherches que je poursuis sur les sels de mercure m'ont conduit à déterminer la chaleur dégagée dans la combinaison du mercure avec les éléments. Ces réactions ont été l'objet de nombreuses mesures, mais les

résultats obtenus par les divers savants qui se sont occupés successivement de cette question sont très divergents.

» Jusque dans ces dernières années, on admettait les valeurs déterminées par M. Thomsen, à l'aide d'une méthode dans laquelle il utilisait, comme réaction calorimétrique, la réduction par l'acide sulfureux de l'azotate mercureux à l'état de mercure métallique. De ces expériences, ce savant déduisit en particulier pour la chaleur de formation de HgI^2 la valeur $34^{Cal},31$ et pour $HgBr^2$ le nombre $50^{Cal},55$.

» En 1888, Nernst détermina directement la chaleur de formation du bromure mercurique avec le brome et le mercure libres; il obtint la valeur $40^{Cal},5$, qui diffère de 10^{Cal} de la précédente.

» A la même époque, Thomsen reprit ses expériences; il calcula la chaleur d'ioduration du mercure, en traitant l'azotate mercureux par une solution d'iodure de potassium, qui décompose ce sel en mercure métallique qui se précipite et sel mercurique qui se dissout en faisant la double décomposition avec l'iodure de potassium. Il obtint ainsi pour HgI^2 rouge solide $+25^{Cal},64$; résultat qu'il ne donna que comme une première approximation.

» Dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé de mesurer directement, ce qui n'avait pas encore été fait, la chaleur de combinaison du mercure avec l'iode. J'ai aussi déterminé la chaleur de bromuration du même métal. Le nombre que j'ai obtenu, dans ce dernier cas, est très voisin de celui trouvé par M. Nernst. C'est là une confirmation que l'on ne trouvera pas inutile, si l'on veut bien se rappeler la diversité des valeurs que l'on a adoptées successivement pour les données thermochimiques relatives aux sels de mercure.

» I. *Iodure mercurique.* — Pour déterminer la chaleur de combinaison du mercure avec l'iode, j'ai utilisé, sur les conseils de M. Berthelot, la propriété que possède le mercure de se dissoudre dans une solution concentrée d'iodure de potassium iodurée. On dilue ensuite la liqueur obtenue dans un grand excès d'eau.

» L'effet thermique mesuré dans ce premier essai comprend la chaleur dégagée par la dissolution du mercure dans la solution iodurée, moins la chaleur absorbée par la dilution de la liqueur ainsi engendrée. Cette dernière est mesurée dans une seconde expérience.

» J'ai fait un grand nombre de déterminations, dans lesquelles les poids de mercure dissous ont varié de 2^{gr} à 4^{gr}. De ces expériences, on déduit comme moyenne générale $30^{Cal},61$ pour la dissolution du mercure dans l'iodure de potassium ioduré en solution étendue, les valeurs extrêmes ayant varié de $+30^{Cal},80$ à $+30^{Cal},45$. J'ai mesuré ensuite les chaleurs de dissolution de l'iode libre et de l'iodure mercurique rouge cristallisé, dissous successivement dans l'iodure de potassium étendu et en excès; j'ai

trouvé que la dissolution de I^2 dans le système absorbait $-0^{Cal},22$ et que celle de HgI^2 dégageait $+5^{Cal},7$. De toutes ces expériences on déduit

$$Hg \text{ liq.} + I^2 \text{ sol.} = HgI^2 \text{ crist. rouge dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +24^{Cal},7$$

» II. *Bromure mercurique.* — J'ai déterminé la chaleur de formation du bromure mercurique, en faisant agir un excès de brome sur un poids donné de mercure. La réaction était effectuée sous une couche d'eau, afin d'éviter la volatilisation du brome. Dans un second essai, on mesure l'effet thermique dû à l'action du brome en excès sur le bromure mercurique formé et à la dissolution d'une petite quantité de ce dernier dans l'eau qui surnageait le brome. J'ai ainsi observé que

$$Hg \text{ liq.} + Br^2 \text{ liq.} = HgBr^2 \text{ sol. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +40^{Cal},7$$

ce qui concorde avec l'expérience de M. Nernst.

» III. *Oxyde mercurique.* — De ces résultats et de ceux obtenus par M. Berthelot pour la neutralisation des hydracides par l'oxyde de mercure, on déduit

$$Hg \text{ liq.} + O \text{ gaz} = HgO \text{ sol. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +21^{Cal},3$$

» IV. *Chlorure mercurique.* — Sachant, d'après les expériences de M. Berthelot, que la neutralisation de l'oxyde de mercure par l'oxyde chlorhydrique étendu dégage $18^{Cal},9$ vers 15°, on en déduit

$$Hg \text{ liq.} + Cl^2 \text{ gaz} = HgCl^2 \text{ sol. dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +49^{Cal},8$$

CHIMIE. — *Sur les états isomériques des oxydes de mercure.* Note de M. RAOUL VARET.

« On sait que l'iodure mercurique est dimorphe et se présente sous deux états cristallisés distincts, l'état jaune et l'état rouge, seul stable à froid. M. Berthelot a mesuré la chaleur dégagé par leur métamorphose réciproque et trouvé que :

$$HgI^2 \text{ jaune, devenant } HgI^2 \text{ rouge, dégage } + 3^{Cal},0.$$

» Les oxydes mercuriques se présentent aussi sous les deux états rouge et jaune, mais tous les deux stables à froid, contrairement à ce qui existe pour les iodures. Il était donc intéressant d'étudier le phénomène thermique correspondant à leur métamorphose réciproque.

» Pour cela, j'ai mesuré la chaleur de neutralisation par l'acide cyanhydrique de l'oxyde rouge de mercure parfaitement pur, obtenu par décomposition de l'azotate mercurique par la chaleur; j'ai trouvé vers 12° que :

$$HgO \text{ rouge} + 2\,HCy \text{ étendu} = HgCy^2 \text{ étendu} + H^2O \text{ liq. dégage} + 31^{Cal},55.$$

» A la même température et dans les mêmes conditions, M. Berthelot a trouvé que :

$$HgO \text{ jaune} + 2HCy \text{ étendu} = HgCy^2 \text{ étendu} + H^2O \text{ liq. dégage} + 31^{Cal},60$$

» Dans ces deux expériences un état final identique est réalisé.

» On voit que la transformation de l'oxyde jaune de mercure en oxyde rouge ne donne lieu à aucun effet thermique appréciable. Ce qui explique pourquoi les deux variétés rouge et jaune sont également stables à la température ordinaire. Pour les deux iodures, au contraire, la transformation du composé jaune en iodure rouge étant accompagnée d'un dégagement de chaleur de $+ 3^{Cal},0$, c'est le composé le plus exothermique qui est seul stable à froid. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de quelques composés du fer.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La chaleur de formation des corps qui ne peuvent être obtenus par réaction directe se détermine généralement en opérant par différence ; on fait successivement dissoudre dans un réactif approprié le composé et ses éléments. Cette méthode se trouve en défaut pour certains oxydes calcinés insolubles dans les acides : les sesquioxydes de fer, d'aluminium, de chrome, la magnésie et un grand nombre de leurs composés, les carbonates de la série magnésienne, la plupart des silicates, etc. J'ai pensé que l'on pourrait utiliser, dans les cas semblables, quelques réactions par voie sèche, effectuées dans la bombe calorimétrique sous l'action de la chaleur produite par la combustion d'un poids déterminé de charbon.

» Je me propose de donner dans cette première Note quelques résultats relatifs au fer.

» La bombe calorimétrique employée avec l'eau du calorimètre et les accessoires valaient ensemble 2680^{gr} d'eau. Le poids de charbon de bois brûlé était de 1^{gr}; il y avait, en outre, $0^{gr},16$ de papier à filtre servant à entourer et soutenir le mélange du charbon avec la matière à calciner. L'élévation de température produite par la combustion de ce charbon et du papier a été trouvée, dans trois expériences faites à des dates différentes, égale à $3^{\circ},01$.

Oxydes du fer. — Les différents oxydes du fer brûlés en mélange avec le charbon sont ramenés à l'état d'oxyde magnétique fondu, dont la chaleur de formation

$$134^{Cal},4 = 4 \times 33^{Cal},6$$

est connue par les expériences antérieures de M. Berthelot. Le poids d'oxyde mêlé au charbon ne doit pas dépasser 2gr à 3gr pour ne pas trop ralentir la combustion.

» *FeO.* — Le protoxyde anhydre a été obtenu en calcinant à 900°, dans un mélange à volumes égaux d'hydrogène et d'acide carbonique, du carbonate de fer naturel très pur et de l'oxalate de fer précipité. L'élévation supplémentaire de température produite par la combustion de 2gr d'oxyde a été

$$0°,255 \quad \text{et} \quad 0°,260,$$

d'où l'on déduit, pour l'équivalent $Fe = 28^{gr}$:

$$FeO + \tfrac{1}{3}O = \tfrac{1}{3}(Fe^3O^4) \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +12^{Cal},6$$
$$Fe + O = FeO \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +32^{Cal},3$$

» *Fe^2O^3.* — Il existe deux variétés de sesquioxyde anhydre qui se transforment l'une dans l'autre avec un dégagement notable de chaleur; cette transformation, d'après mes anciennes expériences, se produit rapidement entre 800° et 900°.

» La première variété a été obtenue en calcinant à 400° l'azotate de fer, la seconde en calcinant la précédente à 1000°. 3gr de chacun de ces oxydes, soumis à la combustion, ont donné les élévations supplémentaires de température

$$-0°,09 \quad \text{et} \quad -0°,105,$$

d'où l'on déduit :

$$Fe^2O^3 \text{ ordinaire} = Fe^2O^3 \text{ calciné dégage} \ldots\ldots \quad +\ 1^{Cal},07$$
$$Fe^2O^3 \text{ calciné} = \tfrac{2}{3}(Fe^3O^4) + \tfrac{1}{3}O \text{ dégage} \ldots\ldots \quad -\ 7,53$$
$$2Fe + 3O = Fe^2O^3 \text{ calciné dégage} \ldots\ldots \quad 97^{Cal},2 = 3 \times 32,4$$
$$2FeO + O = Fe^2O^3 \text{ calciné dégage} \ldots\ldots \quad +\ 32,6$$

» Ces données montrent que chaque équivalent d'oxygène, en se fixant sur le fer, dégage sensiblement la même quantité de chaleur quel que soit l'oxyde formé, soit en nombres ronds 33^{Cal}.

» *Carbonate de fer.* — La chaleur de transformation du carbonate de fer cristallisé naturel (sidérose) en oxyde magnétique a été trouvée rigoureusement nulle

$$FeO, CO^2 + \tfrac{1}{3}O = \tfrac{1}{3}(Fe^3O^4) + CO^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +\ 0^{Cal},0$$

on en déduit, pour la chaleur de formation de ce carbonate,

$$FeO + CO^2 = FeO, CO^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +12^{Cal},6$$

» *Silicate de fer.* — 2gr de carbonate de fer mêlés à 1gr,03 de silice (quartz broyé) furent soumis à la combustion et donnèrent une élévation supplémentaire de température de

$$-0°,095,$$

d'où l'on déduit :

$$FeO.CO^2 + SiO^2(\text{quartz}) = FeO.SiO^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad -\ 7^{Cal},6$$
$$FeO + SiO^2(\text{quartz}) = FeO.SiO^2 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +\ 5$$

» Cet écart entre la chaleur de formation du carbonate et du silicate est supérieur à ce que l'on aurait pu prévoir *a priori*. Comme contrôle, j'ai fait une expérience semblable sur la substitution de la silice à l'acide carbonique vis-à-vis de la chaux. 2^{gr} de carbonate de chaux précipités, mêlés à $1^{gr},20$ de silice (quartz), furent soumis à la combustion et donnèrent une élévation supplémentaire de température de

$$-0^{\circ},20,$$

d'où l'on déduit :

$CaO.CO^2$ (précipité) + SiO^2(quartz) = $CaO.SiO^2 + CO^2$ dégage. . . . $-13^{Cal},4$
$CaO + SiO^2$(quartz) = $CaO.SiO^2$ dégage. . . . . $+7^{Cal},6$

résultat comparable à celui obtenu avec le fer.

» Pour contrôler le degré d'exactitude de la méthode expérimentale employée dans ces recherches, je l'ai appliquée à la détermination de la chaleur de formation du carbonate de plomb naturel (cérusite), qui présente la même composition et semble de tout point analogue au carbonate obtenu par précipitation. Ils sont l'un et l'autre facilement attaquables par les acides. La chaleur de formation trouvée a été de $10^{Cal},7$, nombre pratiquement identique à $10^{Cal},8$, connu par des recherches antérieures effectuées par voie humide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes chlorés*. Note de M. **Paul Rivals**.

« On sait que l'aldéhyde acétique donne naissance à deux séries de produits chlorés de substitution, produits isomères et qui possèdent la fonction aldéhyde ou la fonction chlorure acide, suivant que la substitution a lieu uniquement dans le groupement CH^3 ou en même temps dans le groupement fonctionnel CHO de l'aldéhyde.

» J'ai, dans une précédente Note, examiné les chlorures acétiques chlorés ; je me propose d'étudier aujourd'hui la série des aldéhydes chlorés dans deux de ses termes : l'aldéhyde monochloré, dont j'ai déterminé la chaleur de formation, l'aldéhyde trichloré ou chloral, qui a été l'objet des recherches de M. Berthelot.

» Il y a lieu d'examiner quatre ordres de problèmes très intéressants :

» 1° L'étude des substitutions successives du chlore dans l'aldéhyde;
» 2° La comparaison des termes isomères dans les deux séries;
» 3° Le passage de l'aldéhyde au chlorure acide correspondant;
» 4° Le passage de l'aldéhyde chloré à l'acide correspondant.

» *Aldéhyde monochloré.* — Ce corps, préparé par le procédé de Natterer et analysé, m'a donné, le corps étant pur, les résultats suivants :

Chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique à volume constant ou à pression constante pour une molécule.......................... $+ 233^{Cal},5$

D'où je déduis : chaleur de formation à partir des éléments de l'aldéhyde monochloré liquide.. $+ 63^{Cal},4$

» 1. On a alors, pour la substitution du chlore à l'hydrogène dans l'aldéhyde :

$CH^3.COH$ liq. $+ Cl^2 = CH^2Cl.COH$ liq. $+ HCl$ gaz....... $+28^{Cal},3$

» D'autre part, M. Berthelot a trouvé, pour la chaleur de formation du *chloral anhydre*, à partir des éléments......... $+77^{Cal},0$

(*Ann. du B. des Long. pour* 1895).

» On déduit de ce nombre, pour la réaction de substitution,

$CH^3.COH$ liq. $+ 3Cl^2 = CCl^3.COH$ liq. $+ 3HCl$.......... $+28^{Cal},6 \times 3$

» La comparaison de ces nombres avec les données déjà connues montre que les phénomènes thermiques correspondant aux substitutions successives du chlore croissent plus régulièrement dans la série des aldéhydes que dans les séries des acides et des chlorures acides.

» Dès lors, on peut s'en servir pour estimer la valeur probable de la chaleur de formation à partir des éléments de l'aldéhyde dichloré liquide ; elle serait très voisine de $+ 70^{Cal}$.

» 2. Comparons maintenant deux à deux les chaleurs de formation à partir des éléments des termes isomères des deux séries. Nous avons :

		Cal
a.	Pour le chlorure d'acétyle CH^3COCl........................	+64,7
	Pour l'aldéhyde monochloré $CH^2Cl.COH$..................	+63,4
b.	Pour le chlorure de chloracétyle $CH^2Cl.COCl$..............	+69,8
	Pour l'aldéhyde dichloré $CHCl^2.COH$ (v. probable).........	+70
c.	Pour le chlorure de dichloracétyle $CHCl^2.COCl$ (v. probable).	+79
	Pour le chloral $CCl^3.COH$................................	+77

» Les écarts de ces nombres, pris deux à deux, seraient presque de l'ordre des erreurs d'expériences.

» 3. On peut considérer un chlorure acide comme dérivant d'un aldéhyde par substitution du chlore à l'hydrogène fonctionnel de l'aldéhyde.

» Ces substitutions dégagent, d'après les expériences réalisées :

» Pour le chlorure d'acétyle,

$CH^3.COH$ liq. $+ Cl^2 = CH^3.COCl$ liq. $+ HCl$ gaz........... $+ 29^{Cal},6$ (B.)

» Pour le chlorure de chloracétyle

$CH^2Cl.COH$ liq. + Cl^2 = $CH^2Cl.COCl$ liq. + HCl gaz .... + $28^{Cal},4$

» Pour le chlorure de trichloracétyle

$CCl^3.COH$ liq. + Cl^2 = $CCl^3.COCl$ liq. + HCl gaz .... + $38^{Cal},2$

» Pour ce dernier, l'écart est considérable ; nous allons voir que la même anomalie se présente si l'on étudie le passage des aldéhydes à l'acide correspondant.

» 4. Il résulte des déterminations de MM. Berthelot et Louguinine que l'oxydation d'un aldéhyde (aldéhyde acétique, aldéhyde valérique), avec passage à l'acide gras, correspond à un dégagement de chaleur à peu près constant.

» On a, par exemple, pour l'aldéhyde acétique

C^2H^4O liq. + O = $C^2H^4O^2$ crist .... + $62^{Cal},6$

» On a de même pour l'aldéhyde monochloré, d'après mes déterminations,

C^2H^3ClO liq. + O = $C^2H^3ClO^2$ crist .... + $62^{Cal},5$

Tandis que l'on a pour le chloral

C^2Cl^3OH liq. + O = $C^2Cl^3O^2H$ crist .... + $67^{Cal},7$ (B.)

» Par ces caractères thermochimiques, l'acide trichloracétique et son chlorure paraissent donc se différencier nettement de l'acide acétique et de l'acide monochloracétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le polymère cristallisé de l'aldéhyde monochloré.* Note de M. Paul Rivals.

« On sait que l'aldéhyde monochloré donne facilement, comme l'aldéhyde ordinaire et le chloral, des polymères.

» L'un d'eux, le polymère cristallisé, purifié et analysé, m'a donné :

Chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique rapportée à une molécule $(C^2H^3ClO)^n$ à volume constant ou pression constante .... $(+ 229^{Cal},3)^n$

D'où l'on déduit la chaleur de formation du polymère à partir des éléments .... $(+ 67^{Cal},7)^n$

» La transformation de l'aldéhyde monochloré en son polymère cristal-

lisé correspond donc à un phénomène thermique de $+4^{Cal},4$ par molécule d'aldéhyde; ce polymère est donc comparable au métaldéhyde qui est formé à partir de l'aldéhyde acétique liquide avec dégagement de chaleur, tandis que le paraldéhyde est formé avec absorption de chaleur. D'ailleurs, comme le métaldéhyde et au contraire du paraldéhyde, il est relativement peu soluble dans l'eau.

» M. Berthelot a montré que la transformation du chloral liquide en chloral insoluble correspond à un dégagement de chaleur de $+8^{Cal},87$ par molécule de chloral. Le chloral insoluble est un produit amorphe qui doit présenter un état plus condensé encore que le polymère cristallisé de l'aldéhyde monochloré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison mercurique du thiophène, permettant le dosage et l'extraction de ce corps dans les benzènes commerciaux.* Note de M. G. **Denigès**.

« Il n'existe pas actuellement de méthode analytique permettant de doser exactement le thiophène dans les benzènes commerciaux, où il se trouve à des doses souvent fort notables, et il n'y a pas de procédé pratique permettant de l'extraire *en totalité* de ces produits.

» Dans le but de remédier à cette lacune, j'ai cherché à isoler le thiophène sous forme d'une combinaison insoluble, et la présence du soufre dans sa molécule m'a fait songer à employer pour cela les sels de mercure, dont l'affinité pour les composés sulfurés organiques est bien connue.

» Mais, tandis que les sulfures acycliques ont, comme les mercaptans, la propriété de se combiner instantanément, à froid, avec les sels mercuriels, il n'en est pas de même du thiophène, dont le soufre se trouve enclavé dans une chaîne fermée, et l'on ne connaît pas encore de composé d'addition de ce corps avec ces sels.

» En effet, les deux dérivés mercurico-thiophéniques décrits par J. Volhard (*Liebig's Ann. Chem.*, t. 267, p. 172 à 185) : le thiophène monochloromercurique $ClHg.C^4H^3S$, et le thiophène dichloromercurique $ClHg(C^4H^2S)HgCl$, sont des dérivés de substitution. D'ailleurs ils ne se forment qu'avec le thiophène en nature, et la difficulté de leur production, ou leur solubilité, ne peuvent permettre de les appliquer à une réaction quantitative.

» J'ai cependant réussi à combiner, avec la plus grande facilité, ce sul-

fure cyclique avec le sulfate mercurique, employé en solution fortement sulfurique, et à obtenir des composés similaires avec l'acétate et le bichlorure de mercure.

» Je m'occuperai exclusivement, dans cette Note, de la combinaison avec le sulfate, la plus importante par les applications pratiques qu'elle présente.

» Le réactif, dont je me suis servi pour la préparer, est ainsi composé :

Oxyde mercurique (jaune ou rouge)	50^{gr}
Acide sulfurique pur	200^{cc}
Eau distillée	1000^{cc}

» On mélange l'acide et l'eau et l'on ajoute l'oxyde, en agitant : la dissolution de ce dernier est rapide ; on l'accélère encore en chauffant. La liqueur refroidie est filtrée, s'il y a lieu ; elle est inaltérable.

» Pour former la combinaison mercurique que nous étudions, on met dans un matras d'environ 1 litre 200^{cc} du réactif précédent et l'on y ajoute 1^{cc} de thiophène. Déjà, à froid, au bout de quelques instants, on observe un trouble blanchâtre, allant peu à peu en augmentant; mais il est préférable de chauffer, dès le début, le mélange jusqu'à l'ébullition. Il se dépose alors un précipité blanc, lourd, cohérent, formé de sphéroïdes radiés, qu'on jette sur un filtre et qu'on lave à l'eau bouillante. Ce précipité est ensuite essoré ou, mieux, étalé sur des plaques poreuses, et l'on achève de le dessécher sur l'acide sulfurique. Il renferme alors une molécule d'eau de cristallisation qu'il perd à 100-110°.

» Cette substance répond à la formule

$$(SO^4Hg, HgO)^2SC^4H^4 + Aq = SO^4\left\langle\begin{matrix} Hg - O - Hg \\ Hg - O - Hg \end{matrix}\right\rangle SO^4, SC^4H^4 + H^2O$$

qui en fait un sulfate basique mercurico-thiophénique.

» *Propriétés.* — Ce corps, d'une assez grande stabilité, peut, après avoir perdu son eau de cristallisation, être chauffé longtemps de 120° à 130° sans inconvénient. Il ne perd même pas de son poids pendant une heure d'étuve à 150°, et ce n'est qu'au-dessus de 200° qu'il se décompose, en dégageant du gaz sulfureux et du thiophène. La lumière ne l'altère pas.

» Il est insoluble dans l'eau et dans les dissolvants neutres usuels.

» Lorsqu'on le traite par les acides, il présente quelques phénomènes intéressants, qu'il importe d'examiner de près. Mis, à la température ordinaire, en présence d'un excès d'acide sulfurique (l'expérience peut être réalisée en introduisant dans un tube à essai 5^{cgr} à 10^{cgr} du produit avec 1^{cc} à 2^{cc} d'acide sulfurique pur), ce composé se dissout en moins d'une demi-minute; au bout d'une minute environ, la solution se trouble faiblement et devient légèrement rosée. A ce moment, elle ne donne rien par addition de quelques gouttes d'une solution sulfurique d'isatine; mais si, après cette addition, on vient à chauffer légèrement, on constate que la coloration bleue de l'indophénine commence à se manifester vers 55° et devient très intense à partir de 70°.

» Si l'on remplace, dans cette expérience, l'isatine par l'alloxane ou l'alloxantine,

la coloration bleu verdâtre que donnent ces produits avec le thiophène ne se montre nettement qu'un peu au-dessus de 60°, mais son intensité s'accroît rapidement, même sans dépasser beaucoup cette température.

» A chaud, la dissolution du produit dans l'acide sulfurique est presque instantanée à partir de 50°, et elle s'accompagne bien vite d'un précipité blanc de sulfate mercurique et d'une coloration rosée; en chauffant davantage, cette coloration disparaît et fait place à une teinte jaune brunâtre qui va en s'accentuant.

» La substance se dissout intégralement, à une douce chaleur, dans un excès d'acide chlorhydrique, en dégageant du thiophène qu'on peut recueillir par distillation.

» L'hydrogène sulfuré et les sulfures alcalins s'emparent de son mercure en libérant le thiophène. Les alcalis caustiques et l'ammoniaque sont sans action sur elle, même à chaud.

» La facilité de formation de ce corps et son insolubilité le rendent précieux, non seulement pour déceler des traces de thiophène, mais encore pour doser et extraire ce dernier dans les benzènes commerciaux.

» C'est ce que je me propose de développer dans une prochaine Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'état amorphe des corps fondus.* Note de M. C. TANRET.

« L'étude des éthers acétiques des sucres [1] m'a amené à faire quelques remarques sur l'état des corps primitivement cristallisés, que la fusion a rendus amorphes. Je demande à l'Académie la permission de les lui exposer.

» I. Les pentacétines du glucose cristallisent en aiguilles fines et légères, comme le sulfate de quinine, tandis que les cristaux des hexacétines de la racémo-inosite et des inosites actives sont durs et assez volumineux. Or, lorsqu'on fond, dans un tube effilé, ces corps, si différents de cohésion et d'aspect, puis qu'on laisse refroidir la masse fondue, aucun d'eux ne cristallise : les uns et les autres se solidifient en restant amorphes.

» II. Si l'on prend le point de fusion de ces acétines ainsi devenues amorphes, on le trouve considérablement inférieur à celui des corps cristallisés. L'acétine β du glucose fond maintenant vers 35°, alors que cristallisée elle fondait à 86°; les acétines α et γ fondent vers 50°, au lieu de 130° et 111°; celles des inosites actives et de la racémo-inosite vers 52° et 60° au lieu de 96° et 111°.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 194.

» III. En maintenant fondues les acétines α et γ amorphes, on voit, au bout de quelques minutes, des cristaux apparaître dans la masse, puis peu à peu le tout cristallise. Pour les fondre de nouveau, il faut les chauffer jusqu'au point de fusion des corps cristallisés, soit α à 130° et γ à 111°. A 100°, cette transformation des acétines α et γ amorphes en acétines cristallisées est plus rapide : elle se fait en quatorze à quinze secondes. Quant à celle des autres acétines amorphes dont le point de fusion s'est le plus abaissé, elle est beaucoup plus lente : leur cristallisation ne commence qu'après un séjour de sept à huit heures dans une étuve chauffée à 60°.

» IV. Ce passage des acétines, de l'état amorphe à l'état cristallisé, se fait avec un dégagement de chaleur très notable. On l'a constaté de la manière suivante :

» On met quelques grammes d'acétine α, avec un thermomètre sensible, dans un petit tube qu'on porte dans un bain de paraffine, chauffé un peu au-dessus de 130°. Quand l'acétine est bien fondue, on retire le tube, on le laisse refroidir jusqu'à 100°, et tout aussitôt on le plonge dans de l'eau bouillante. On voit alors le thermomètre descendre encore d'un ou deux degrés, puis, en moins de trois minutes, monter à 106°, où il se maintient jusqu'à ce que l'acétine soit complètement cristallisée.

» C'est là une répétition exacte de l'expérience classique, qui consiste à porter dans une étuve chauffée à 98° du soufre mou au milieu duquel on a placé la boule d'un thermomètre, et dans laquelle on voit celui-ci monter en quelques instants à 110°, pendant que le soufre redevient jaune. L'acétine et le soufre mou se sont donc comportés de la même manière, en dégageant la quantité de chaleur de fusion qu'ils avaient retenue, d'où il résulte qu'il n'y a aucune différence entre les modifications allotropiques du corps simple et les états amorphe et cristallisé de l'acétine, et, ajouterai-je en généralisant, de tous les corps peut-être, qu'on peut obtenir indifféremment amorphes et cristallisés. Beaucoup de corps cristallisés passent en effet à l'état amorphe, quand, après les avoir fondus, on les refroidit brusquement. Or ces corps, ainsi devenus amorphes [1], recristallisent avec dégagement de chaleur quand on les chauffe, les uns comme la mannite et la santonine, dès que le tube qui les contient touche l'eau bouillante, et cela si rapidement, qu'il est souvent difficile de distinguer la fusion; les autres, comme les acétines, au bout d'un temps qui peut être quelquefois très long.

» Je citerai, comme une de ces curieuses cristallisations sous l'influence de la cha-

[1] Mes expériences n'ont porté que sur des corps organiques.

leur, celle du glucose anhydre, dont le point de fusion, qui est à 144°, tombe à 75° pour le corps fondu et amorphe. Si l'on porte quelques grammes de ce dernier dans une étuve chauffée à 105°, des cristaux apparaissent déjà au bout de quatre heures et, après douze heures, la cristallisation est à peu près complète.

» Ces faits sont conformes à cette relation générale, et qui rencontre peu d'exceptions, d'après laquelle, parmi les états des corps préalablement fondus, le plus stable est l'état cristallisé.

» Je terminerai en rappelant que M. Berthelot avait déjà montré que l'état du chloral récemment fondu, malgré son apparence cristallisée, n'était pas le même qu'avant la fusion, sa chaleur spécifique étant alors quatre fois plus grande que la chaleur spécifique vraie, et la chaleur dégagée pendant la solidification n'étant que moitié de la chaleur absorbée pendant la fusion. « Cette identité d'état, ajoutait M. Berthelot, n'existe probable- » ment pas davantage pour la plupart des substances dont l'état physique » se rapproche de celui du camphre, des cires et des résines [1]. » Ces vues reçoivent ainsi une grande extension, des faits qui viennent d'être exposés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de l'acide α-oxybutyrique (1-butanoloique) actif.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan**, présentée par M. Friedel.

« Après avoir dédoublé l'acide oxybutyrique racémique en ses deux isomères optiques [2], nous avons entrepris l'étude des principaux éthers actifs. Ceux-ci s'obtiennent aisément en dirigeant un courant de gaz chlorhydrique sec dans un mélange refroidi d'alcool et d'acide actif; ce dernier peut, du reste, être remplacé par le sel de baryum bien pulvérisé.

» Tous ces éthers ont été purifiés par distillation fractionnée, opération qui ne les altère en aucune façon.

» 1. Pour nous assurer de leur pureté, nous avons déterminé leur réfraction moléculaire et nous avons comparé la valeur de cette constante avec celle que l'on calcule *a priori*, au moyen des réfractions atomiques. Ce mode de contrôle, qui donne à peu près la même précision qu'une ana-

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 283.

(2) Guye et Jordan, *Comptes rendus* du 11 mars 1895.

lyse (du moins pour les corps saturés), n'exige qu'une très petite quantité de liquide qui peut être utilisée ultérieurement; en particulier, si le corps n'est pas assez pur, on peut, sans perte de substance, le soumettre à de nouvelles distillations fractionnées, et cela jusqu'à ce que la réfraction moléculaire concorde, dans des limites données, avec la valeur théorique. Grâce aux appareils perfectionnés construits ces dernières années (nous nous servons du réfractomètre Pulfrich), une mesure d'indice, suivie d'une mesure de densité, ainsi que tous les calculs, peuvent se faire en moins d'une heure (¹).

» Nous avons employé, pour la plupart des mesures polarimétriques, un petit tube de 1^{cm} de longueur, contenant environ $0^{cc},5$ de liquide. La construction du polarimètre est assez soignée pour que les erreurs d'observation soient inférieures à $0°,01$, ou, au maximum, à $0°,02$. Dans ces conditions, les pouvoirs rotatoires sont exacts à une ou deux unités près de la première décimale, écart qui, dans bien des cas, représente les différences observées entre plusieurs échantillons d'un même corps actif.

» Si nous insistons quelque peu sur ces diverses conditions, c'est qu'elles nous ont permis de déterminer les pouvoirs rotatoires d'un assez grand nombre de dérivés de l'acide oxybutyrique actif, bien que nous ne disposions que d'une quantité très restreinte de ce produit.

» 2. Quelques-unes des propriétés des éthers de l'acide α-oxybutyrique gauche sont réunies dans le Tableau I. Tous ces éthers dérivent des alcools primaires; aucun n'a été décrit jusqu'à présent; il en est de même des éthers racémiques, à l'exception du dérivé éthylique.

Tableau I.

Oxybutyrates	Temps d'ébullition.	Densités à 15°.	Rotations spécifiques $[\alpha]_D$.	Produits d'asymétrie $P \times 10^6$.
1. d'éthyle	169°	0,978	−1,9	319
2. de butyle normal	200	0,982	−9,7	309
3. d'isobutyle	197	0,965	−7,7	309
4. d'amyle racémique	209	0,950	−8,5	286
5. d'heptyle	245	0,928	−6,1	233
6. d'octyle	255	0,916	−5,3	209

» Le maximum de P correspond à l'éther propylique, avec une valeur de 330.

(¹) On trouve dans l'*Agenda du Chimiste*, édition de 1895, toutes les Tables nécessaires pour effectuer rapidement ces calculs. Nous reviendrons sur cette question dans un Mémoire plus détaillé.

» On remarquera que les pouvoirs rotatoires des éthers formés avec les alcools primaires normaux (éthers 1, 2, 5, 6) passent par une valeur maxima; il en est de même du produit d'asymétrie, dont les valeurs ont été calculées par la formule simplifiée, dans l'hypothèse des masses concentrées aux sommets d'un tétraèdre régulier. Les deux valeurs maxima ne correspondent pas au même terme. C'est, néanmoins, une nouvelle confirmation de l'existence d'un maximum de pouvoir rotatoire dans les séries homologues, fait dont plusieurs exemples ont déjà été donnés ([1]).

» 3. Les éthers dérivés de l'alcool amylique actif (de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -4,4$) et de l'alcool amylique racémique présentent un intérêt particulier, en ce sens que ce sont des composés à deux carbones asymétriques. Quelques-unes de leurs propriétés sont réunies dans le Tableau II.

Tableau II. — *Éthers amyliques des acides α-oxybutyriques actifs.*

	$[\alpha]_D$.
1. Acide oxybutyrique racémique + alcool amylique actif	+ 1,5
2. Acide oxybutyrique gauche + alcool amylique racémique.	− 8,5
3. Acide oxybutyrique gauche + alcool amylique gauche................	− 7,3
4. Acide oxybutyrique droit + alcool amylique gauche....................	+ 8,1

» Ces observations fournissent une nouvelle preuve en faveur des principes relatifs à la superposition des effets des carbones asymétriques dans une même molécule ([2]). D'après les observations faites jusqu'à présent, chaque carbone asymétrique agit sur la lumière polarisée comme s'il était seul; d'autre part, les effets des divers carbones s'ajoutent algébriquement. De là résulte que la rotation spécifique de l'éther (3) doit être égale à la somme algébrique des rotations spécifiques fournies par les éthers (1) et (2), soit $+1,5 + (-8,5) = -7,0$. Aux erreurs d'expériences près, il en est bien ainsi; on trouve en effet $-7,3$.

» Quant à l'éther (4), il dérive d'un acide dextrogyre contenant encore de l'acide racémique; l'éther isobutylique de cet acide droit est caractérisé par un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +5,7$; on a vu plus haut que l'isomère lévogyre possède un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -7,7$. Abstraction faite du signe, le rapport de ces deux rotations spécifiques est de $\frac{7,7}{5,7} = 1,35$.

([1]) Guye et Chavanne, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1454; t. CXIX, p. 906; t. CXX, p. 452.

([2]) Guye et Gautier, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 740 et 953; *Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1178.

» Si donc on faisait réagir l'acide oxybutyrique droit sur l'alcool amylique racémique, on obtiendrait un éther isomère de l'éther (2) ci-dessus, dont le pouvoir rotatoire serait égal à $[\alpha]_D = \frac{+8,5}{1,35} = +6,3$.

» Il est dès lors évident qu'en ajoutant à ce nombre $+6,3$, celui fourni par l'éther (1), on doit obtenir un nombre représentant le pouvoir rotatoire de l'éther (4), soit : $+6,3 + 1,5 = +7,8$. Aux erreurs d'expériences près, il en est réellement ainsi : on trouve, en effet, $+8,1$.

» Nous poursuivons l'étude des dérivés obtenus par des substitutions dans la fonction alcoolique de l'acide oxybutyrique ([1]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *La production du vin et l'utilisation des principes fertilisants par la Vigne.* Note de M. A. **Müntz**, présentée par M. Dehérain.

« J'ai montré ([2]) que les quantités de principes fertilisants qu'absorbent les vignes à grand rendement ne sont pas sensiblement supérieures à celles des vignes peu productives. Ce fait tient à ce que la plus grande partie de ces éléments se concentre dans les organes de végétation, bois et feuilles, tandis qu'une faible fraction seulement se retrouve dans le raisin. L'abondance de la vendange a donc une minime influence sur l'absorption des matériaux nutritifs du sol, alors que le poids des feuilles et des sarments produits dans l'année en a une considérable. Or ce poids qui, dans les vignes saines, n'a aucun rapport avec la quantité de récolte, dépend de la nature du sol et aussi du nombre de pieds de vignes plantés dans un hectare, nombre variant de 4000 dans le Midi à 10000 dans la Gironde, à 25000 dans la Bourgogne, à 50000 et 60000 dans la Champagne. Les vignes grêles et serrées des régions plus septentrionales ont souvent une production de matière végétale aussi abondante que les pieds vigoureux et espacés du Midi.

» Pour montrer à quel point les exigences de la Vigne sont indépendantes de la quantité de vendange, je citerai les résultats obtenus sur le

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 514.

terroir de Verzenay (Champagne), dans deux années très différentes comme production :

	Vin produit par hectare.	Absorbé par hectare de Vigne.		
1892....	6^{hlit},5	37^{kg} d'azote	11^{kg} d'acide phosphorique	41^{kg} de potasse
1893....	55^{hlit},6	41^{kg} d'azote	11^{kg},5 d'acide phosphorique	51^{kg} de potasse

» Quoiqu'en 1893 la récolte ait atteint presque le décuple de celle de l'année précédente, les exigences de la Vigne n'ont pas été notablement plus élevées qu'en 1892; la potasse seulement est en augmentation, cet alcali entrant pour une part assez forte dans la constitution du vin.

» Un développement exagéré de feuilles, qui a pour effet de provoquer l'intervention de grandes quantités d'éléments fertilisants, n'est pas d'ailleurs une condition favorable à la production du vin et souvent on le modère par des pincements et des épamprages. Il suffit qu'il y ait assez de feuilles pour l'élaboration des matériaux qui constituent le raisin; ce qui est en plus entraîne, sans compensation, l'épuisement du sol.

» Le vin est le seul produit exporté de l'exploitation, c'est-à-dire en enlevant des matières fertilisantes; les feuilles, les sarments, les marcs font retour, au moins partiellement, au sol qui les a produits.

» Mais cette exportation par la vente du vin est minime, surtout pour l'azote et pour l'acide phosphorique, sensible seulement pour la potasse, que le vin contient à l'état de bitartrate.

» Voici quelques exemples pris dans des vignobles de régions très différentes, en rapportant les résultats à l'hectare :

		Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
Guilhermain (Hérault)	absorbé par la Vigne..............	74^{kg}	17^{kg}	56^{kg}
	exporté par 112^{hlit} de vin produit....	4	2	11
Ay (Champagne)	absorbé par la Vigne..............	50,5	10,7	50
	exporté par 32^{hlit},7 de vin produit...	0,9	0,7	2
Château-Laffite (Médoc)	absorbé par la Vigne..............	35,5	12,5	46
	exporté par 26^{hlit},4 de vin produit...	1,1	0,8	4,5

» Théoriquement, le vin est donc une des récoltes les moins épuisantes, puisqu'elle n'exporte du domaine que des quantités de principes fertilisants, si faibles qu'elles paraissent négligeables.

» Mais la théorie d'une restitution en rapport avec l'exportation se trouve ici complètement en défaut et, en s'y conformant, le viticulteur s'expose-

rait à de graves mécomptes. Pour être maintenue en production, la Vigne a besoin de fumures énergiques; abandonnée aux ressources qu'elle peut tirer du sol, elle végète péniblement et ne donne que de maigres récoltes.

» Les engrais jouent un rôle d'autant plus grand dans la culture de la Vigne que, d'un côté, beaucoup de vignobles, et parmi les plus réputés, sont établis dans des sols d'une pauvreté extrême et que, de l'autre, les pieds américains servant de porte-greffes se montrent beaucoup plus exigeants que la Vigne française. Les vignobles ne peuvent donc pas se passer de fumures, sauf ceux qui sont établis dans des terres très fertiles, dans des alluvions profondes. Aussi, malgré l'influence fâcheuse qu'on attribue aux engrais sur la qualité du vin, les Vignes sont-elles, en général, fumées abondamment.

» J'ai fait voir ([1]) que la production d'un hectolitre de vin, dans les régions qui donnent plus de qualité que de rendement, met en jeu de bien plus grandes quantités de principes fertilisants que celle d'un hectolitre de vin ordinaire du Midi. Cette constatation est la conséquence de ce qui a été exposé précédemment, et tient surtout aux différences dans les quantités de récolte; mais elle tient aussi en partie à la composition des vins eux-mêmes. J'ai, en effet, constaté que les vins plus appréciés des régions de l'ouest et de l'est sont, indépendamment de la quantité de matières fixes, plus riches en azote et en acide phosphorique que les vins communs et à grande production du Midi. Cette observation me paraît établir, au point de vue chimique, la première distinction entre les vins fins et les vins ordinaires.

» Voici quelques résultats qui indiquent ces différences; ils ont été obtenus avec des vins soutirés et limpides, par suite tout à fait comparables :

		Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.
		gr	gr	gr
Vins rouges du Midi,	moyenne par litre....	0,278	0,203	1,150
» de la Bourgogne,	»	0,768	0,369	1,180
» du Médoc,	»	0,381	0,333	1,646
» de Saint-Émilion,	»	0,435	0,320	1,670
Vins blancs du Midi,	»	0,129	0,157	0,847
» de la Bourgogne,	»	0,509	0,186	0,677
» de Sauternes,	»	0,265	0,347	0,890
» de la Champagne,	»	0,233	0,168	0,612

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 515.

» La qualité supérieure coïncide donc avec une plus grande teneur en matières azotées et en phosphates; celle-ci n'est peut-être pas sans influence sur quelques-unes des propriétés organoleptiques qui établissent de si grandes différences de prix entre les vins. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la décortication des blés.* Note de M. **Balland**.

« Les premiers essais de décortication des blés sont anciens. Dans une suite de recherches présentées à l'Académie, il y a quarante ans, Millon exposait les avantages que l'on peut retirer du nettoyage du blé par voie humide; il indiquait les meilleures conditions dans lesquelles on doit se placer pour pratiquer le lavage et l'essorage, et faisait connaître les appareils qu'il a imaginés à cet effet. Le lavage des blés est entré depuis dans les habitudes de la meunerie, et les laveuses perfectionnées, employées aujourd'hui au nettoyage des blés reposent encore sur les données scientifiques établies par Millon. L'ingénieux chimiste, avec l'ampleur de vue qui lui était coutumière, a fait entrevoir aussi l'importance de la décortication et les conséquences économiques qui doivent en résulter ([1]). Toutefois, il n'obtenait qu'une décortication partielle en portant le grain lavé aux meules avant qu'il eût repris toute sa siccité : l'enveloppe extérieure du blé se détachait alors en feuillets « d'une légèreté incroyable, et d'une » composition chimique tout à fait différente de celle qui appartient aux » sons ordinaires », avec lesquels, d'ailleurs, elle restait mélangée.

» La substitution des cylindres aux meules a favorisé plus tard la décortication, en facilitant, dans les blés après mouillage, la séparation de l'enveloppe extérieure; mais ces enveloppes n'étaient toujours pas rejetées de la farine et du son et, en définitive, le problème de la décortication n'avançait guère. Depuis peu, il viendrait d'entrer, en Allemagne, dans une voie nouvelle. La décortication se pratiquerait en grand, en faisant passer suc-

---

([1]) *Des phénomènes qui se produisent au contact de l'eau et du blé et de leurs conséquences industrielles* (*Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 314).

Influence du lavage des blés sur les qualités du son, de la farine et du pain *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 345).

Mémoire sur la décortication du blé (*Comptes rendus*, t. XL, p. 678).

Voir surtout : J. Reiset, *E. Millon, sa vie, ses travaux de Chimie et ses études économiques et agricoles sur l'Algérie*. Paris, 1870.

cessivement dans une laveuse, un décortiqueur et un aspirateur, les grains préalablement bien criblés; ceux-ci sortiraient des appareils entièrement secs et débarrassés du péricarpe, avec une perte d'environ 4 pour 100. D'après M. Steinmetz, de Leipzig-Gohlis, le promoteur de ce nouveau système de décortication, le blé ainsi traité peut être entièrement transformé en farine panifiable.

» J'ai entre les mains, ayant passé par les appareils de M. Steinmetz, les résidus du décortiquage, le blé décortiqué et la farine entière obtenue avec ce même blé.

» Les produits du décortiquage sont constitués par des lamelles souples, très minces, souvent assez étendues, ayant la couleur du blé et absolument dépouillée d'amidon.

» Le blé présente une teinte plus pâle que celle du blé ordinaire; le péricarpe comprenant l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe est absent, sauf dans le sillon du grain qui est resté à peu près intact avec une partie des poussières qu'on y trouve habituellement. C'est plutôt un blé mondé que décortiqué. Les bords du péricarpe laissé dans le sillon vont en s'amincissant de l'intérieur à l'extérieur, comme s'ils avaient été usés par suite d'un léger frottement des grains mouillés les uns contre les autres.

» La farine est fortement piquée et présente les caractères des farines blutées à 90; mais le microscope n'y décèle plus, comme dans celles-ci, la présence des poils du blé. Elle a, comme on le voit par les analyses suivantes, la même composition que le blé d'origine décortiqué :

	Produits du décorticage pour 100.	Blé décortiqué pour 100.	Farine entière pour 100.
Eau..................	9,80	14,00	15,40
Matières azotées........	3,69	10,13	10,13
» grasses........	0,40	1,65	1,70
Cellulose résistante.....	21,20	0,84	0,82
Cendres..............	1,90	1,30	1,10

» Les produits du décorticage laissent des cendres siliceuses et infusibles, tandis que celui du blé et de la farine sont riches en phosphates fusibles; la matière grasse, extraite par l'éther, est comme résineuse et sans odeur, celle du blé et des farines étant, au contraire, huileuse et aromatique; le poids de la cellulose provenant du traitement par l'acide chlorhydrique et la potasse dilués est exactement celui que Poggiale a trouvé dans les sons ayant traversé successivement les organes digestifs de deux chiens et d'une poule (*Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 173) : c'est, d'autre part, approximativement la composition que M. Aimé Girard assigne au péricarpe du blé, qu'il évalue à 4,45 pour 100 du poids des grains et qu'il a reconnu absolument impropre à l'alimentation (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 17). Si l'on s'en tient à ces données, les procédés de décortication de M. Steinmetz auraient donc pour effet de débarrasser les blés et les farines de 3 à 4 pour 100 de produits inertes, qui viennent entraver la digestion et grossir démesurément les matières excrémentitielles des personnes qui ne se nourrissent que de pains faits avec des farines peu blutées ou avec

des farines de tout grain, comme le pain *dit* de Graham, aujourd'hui vanté par plusieurs médecins.

» Il convient d'observer que le blé que j'ai examiné est un blé rond, présentant un sillon relativement mince et peu accusé, par conséquent plus favorable à la décortication que des grains longs à sillon épais et profond; il ne faudrait pas cependant attacher trop d'importance à cette remarque, car, d'après Millon, le son fourni par ce repli diffère du son de la superficie : il est plus blanc, plus souple et nuit moins à la farine.

» J'ai constaté aussi que l'acidité du blé n'atteint que $0^{gr},038$ pour 100, alors que celle de la farine s'élève à $0^{gr},093$ pour 100. Si l'acidité du blé mondé ne s'écarte pas trop de l'acidité des blés ordinaires, ce qui prouve que les téguments situés au-dessous du péricarpe n'ont pas été atteints, on voit qu'il n'en est plus de même pour la farine : les altérations ont commencé dès que ces téguments (testa, endoplèvre et tégument séminal) riches en matières fermentifères ont été lacérés et mis à nu par la mouture. C'est un genre de farines absolument impropres à la conservation et qui gagnent à être consommées de suite. Le pain bis qu'elles fournissent est ainsi plus odorant, plus savoureux et moins noir.

» J'ai remarqué autrefois que les macérations de son, abandonnées à la fermentation spontanée à une température de 20° à 25°, prennent une coloration noire lorsque l'acidité s'est très développée, et j'avais cru pouvoir rattacher la couleur du pain bis à l'action des ferments naturels du blé sur les principes immédiats du son [matière colorante, cellulosique, tannique (?), huile essentielle, etc.].

» D'autre part, il a été établi depuis que les pains travaillés sur levûre ont toujours une acidité inférieure à celle des pains travaillés sur levains (*Comptes rendus*, t. CXVII, p. 797). Il semble dès lors que la teinte des pains bis pourrait être atténuée, en renonçant aux levains et en ne faisant usage que de levures très actives pour porter la pâte, dans le moins de temps possible, au degré de fermentation voulu pour la mise au four. C'est ce qu'obtenait partiellement Mège-Mouriès, en employant exclusivement, à la confection des levains, des farines de première qualité, auxquelles il mêlait ensuite les gruaux blancs et, en dernier lieu seulement, les gruaux bis (*Comptes rendus*, t. LIV, p. 447). Ces sages conseils n'ont pas prévalu dans la pratique, et il devait en être ainsi, si l'on songe que la conduite des levains, l'opération la plus délicate de la boulangerie, est généralement confiée à des personnes qui en méconnaissent la portée, et qu'en France on s'est préoccupé, avant tout, d'affiner les farines pour avoir du pain blanc. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la part respective que prennent les actions purement physiques et les actions physiologiques, au dégagement d'acide carbonique par les muscles isolés du corps.* Note de M. **J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

« Dans une Note précédente, j'ai démontré que la quantité totale d'acide carbonique dégagée par un muscle isolé du corps n'a aucun rapport avec les phénomènes d'activité vitale dont ce muscle est le siège. J'ai à faire voir maintenant que cet acide carbonique provient de deux sources :

» 1° D'un phénomène purement physique : dégagement de l'acide carbonique préformé et contenu dans le muscle à l'état de dissolution ou de combinaison très instable;

» 2° D'un phénomène physiologique : production d'acide carbonique sous l'influence de l'activité vitale du muscle.

» La première proposition est établie par les faits suivants :

» A. *Le muscle mort, comme par exemple le muscle tué par la chaleur, dégage encore de l'acide carbonique.*

» *Expérience.* — Une patte de grenouille débarrassée de sa peau est plongée dans de l'eau à une température déterminée et pendant un temps suffisant pour tuer les muscles. On retire ensuite la patte et on l'introduit dans un tube placé sur le mercure et contenant un volume d'air connu. On l'y laisse une heure et demie; puis on la retire et on analyse le gaz. On voit alors que cette patte n'a pas absorbé d'oxygène, mais a dégagé de l'acide carbonique. Voici un Tableau qui renseigne sur les quantités de ce gaz dégagées par une patte de grenouille soumise à différentes températures et pendant le même temps. Deux expériences ont été faites en remplaçant l'air par de l'azote, afin de montrer que le phénomène se produit aussi bien en l'absence d'oxygène :

	Expériences			
	I.	II.	III.	IV.
Nature du gaz dans lequel la patte a été mise.	Air	Azote	Air	Azote
Température à laquelle la patte a été soumise.	50°	53°	70°	90°
Durée de l'action de la température.........	15^m	15^m	15^m	15^m
Quantité d'acide carbonique dégagée........	0^{cc},33	0^{cc},20	0^{cc},15	0^{cc},096

» Ces chiffres montrent bien que le muscle tué par la chaleur produit, en effet, de l'acide carbonique, mais qu'il en dégage d'autant moins que la température, à laquelle on l'a préalablement soumis, a été plus élevée.

» La durée du chauffage exerce une influence analogue à celle de son intensité. En effet, dans les expériences faites pour étudier cette influence, j'ai toujours constaté que la quantité d'acide carbonique se montre d'au-

tant plus faible que l'action de la chaleur a été plus prolongée. D'après ces résultats, le muscle dégagerait d'autant moins d'acide carbonique qu'on en a, au préalable, chassé davantage par la chaleur. Cette interprétation appelle une démonstration directe. L'expérience suivante ajoute ses enseignements à ceux qu'on trouve déjà dans quelques-unes de mes expériences antérieures.

» B. *La quantité d'acide carbonique dégagée par un muscle isolé du corps est d'autant plus grande qu'on le soumet pendant le dégagement à une température plus élevée.*

» *Expériences.* — 6 pattes de grenouille de même taille sont mises dans 6 cloches, placées sur le mercure et contenant des volumes égaux d'air ou d'azote. On les porte dans des étuves à des températures différentes; au bout d'une heure et demie, on analyse les gaz. Voici les résultats d'une expérience faite sur 6 pattes de grenouille placées dans l'azote :

Température.	Acide carbonique dégagée.
o	cc
17	0,150
28	0,218
36	0,310
50	0,567
62	0,656
70	0,694

» C. *Un muscle encore vivant, isolé du corps, dégage d'autant plus d'acide carbonique qu'il en contient une plus grande quantité préformée dans son intérieur.*

» *Expérience.* — Pour démontrer ce fait, je sépare les deux pattes d'une Grenouille au niveau du pubis en les laissant recouvertes de leur peau. Je tétanise l'une jusqu'à épuisement pendant quinze à vingt minutes; l'autre reste au repos. Au bout de ce temps, j'enlève la peau des deux pattes et je les fais passer dans deux cloches contenant deux volumes sensiblement égaux et connus d'air. Au bout d'une heure et demie, j'analyse les gaz. Voici les résultats obtenus dans trois expériences :

		Oxygène absorbé.	Acide carbonique dégagé.
		cc	
Expérience I.	Patte normale	0,221	0,255
	» fatiguée	0.200	0,424
Expérience II.	» normale	0,222	0,303
	» fatiguée	0,194	0,401
Expérience III.	» normale	0,220	0,269
	» fatiguée	0,183	0,357

» Ainsi dans chaque expérience, la quantité d'oxygène absorbée est

plus faible dans la patte tétanisée, ce qui est bien en rapport avec la diminution de l'excitabilité dans ce membre. Au contraire, la quantité d'acide carbonique dégagé a augmenté d'une manière considérable. Ce résultat est facile à comprendre, si l'on considère que cette patte avait été tétanisée et que l'acide carbonique produit pendant le travail s'était accumulé dans les muscles. Il y avait donc une plus grande quantité d'acide carbonique préformée dans ce muscle que dans l'autre.

» En résumé, les résultats de ces diverses expériences montrent que le muscle mort dégage de l'acide carbonique et que certaines conditions (chaleur, accumulation de gaz) exercent sur ce dégagement la même action que dans le cas d'une simple solution d'acide carbonique. On est donc bien là en présence d'un phénomène d'ordre purement physique.

» Quant à la seconde proposition énoncée au commencement de cette Note, c'est-à-dire la participation de l'activité physiologique du muscle à la production de l'acide carbonique, elle est établie par le fait suivant :

» D. *Un muscle placé dans l'air dégage plus d'acide carbonique qu'un muscle identique (le muscle similaire du même animal) placé dans un gaz inerte et privé complètement d'oxygène.*

» *Expérience.* — Voici les résultats de plusieurs expériences faites sur les deux pattes d'une même grenouille placées pendant le même temps (une heure et demie) l'une dans l'air, l'autre dans l'hydrogène.

	Acide carbonique dégagé	
	dans l'air.	dans l'hydrogène.
Expérience I	0,182	0,113
» II	0,180	0,137
» III	0,302	0,208
» IV	0,210	0,149

» On peut donc conclure de ces expériences :

» 1° Qu'une partie de l'acide carbonique dégagé par un muscle placé dans l'air est due à l'oxygène absorbé;

» 2° Que c'est là un phénomène vital, un véritable phénomène de respiration. Ce phénomène de respiration sera analysé en détail dans une Communication ultérieure.

» Pour le moment, les faits qui viennent d'être exposés suffisent à justifier mes propositions sur la double origine de l'acide carbonique exhalé par le muscle isolé du corps : dégagement purement physique de gaz préformé et formation active due à l'exercice des propriétés physiologiques survivantes du muscle ([1]). »

([1]) Travail du laboratoire de M. A. Chauveau, au Muséum.

MÉDECINE. — *Action thérapeutique des courants à haute fréquence (autoconduction de M.* d'Arsonval). Note de MM. **Apostoli** et **Berlioz**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous venons, depuis un an, de rechercher sur un grand nombre de nos malades l'action des courants alternatifs à haute fréquence, prenant naissance dans le corps humain par induction, en nous proposant de donner la démonstration clinique des découvertes physiologiques de M. d'Arsonval sur ce sujet.

» Les applications localisées de ces mêmes courants en dermatologie ont été déjà faites par le Dr Oudin, mais leur influence sur l'état général, dans les manifestations pathologiques les plus diverses, restait tout entière à démontrer.

» Nous avons procédé, dans ce but, d'une façon empirique en appliquant presque uniformément un même traitement, consistant dans l'immersion du sujet dans le grand solénoïde de M. d'Arsonval, pendant une durée moyenne de 15 à 20 minutes chaque fois et autant que possible tous les jours. Nous avons pris soin d'éliminer strictement toute influence parallèle, soit d'un régime spécial, soit d'une médication additionnelle, en ne soumettant nos malades qu'à cet unique traitement.

» Du 20 janvier 1894 au mois de mars 1895, 75 malades (dont 34 du cabinet et 41 de la clinique de l'un de nous) ont été ainsi soignés et, parallèlement, 267 examens des urines ont été soigneusement faits par M. Berlioz.

» Le total des séances appliquées à tous ces malades a été de 2446.

» Voici les réponses cliniques, soit positives, soit négatives, qui ont été fidèlement enregistrées.

» *a. Résultats négatifs.* — Certaines hystériques et plusieurs névralgies localisées, telles entre autres qu'une névralgie type du radial, se sont montrées absolument réfractaires et n'ont retiré aucun bénéfice de ce traitement.

» L'examen des urines de ces mêmes malades, fait un certain nombre de fois pendant le cours de ces applications, a montré, d'autre part, qu'il n'y avait pas ici de changement appréciable dans la composition de l'urine, avant et après le traitement.

» *b. Résultats positifs.* — La plupart des malades qui ont bénéficié très nettement de ces soins sont des ralentis de la nutrition : *arthritiques, goutteux, rhumatisants, glycosuriques*, etc.

» Chez presque toutes, une amélioration très marquée a été acquise : mais celles qui en ont éprouvé le plus grand bienfait sont surtout des arthritiques présentant des phénomènes, soit articulaires, soit névralgiques.

» Dès les premières séances, avant même toute influence locale apparente ou toute

action sur la sécrétion urinaire, c'est l'état général qui a été tout d'abord heureusement influencé, et voici le schéma d'ensemble de l'amélioration symptomatique telle que nous l'avons notée au jour le jour, en faisant abstraction des nuances qu'ont pu comporter chaque cas particulier :

» Restauration des forces;

» Réveil de l'appétit;

» Retour du sommeil;

» Réapparition de la gaieté, de l'énergie au travail;

» Sédation de certains malaises nerveux;

» Marche plus aisée, facies meilleur, etc.

» Ultérieurement, les troubles locaux, douloureux ou trophiques, se sont progressivement amendés; ainsi, une malade qui s'était vue réduite à une impotence presque complète par une arthrite coxo-fémorale a repris le fonctionnement régulier de ses jambes. Une autre que des douleurs vives empêchaient de fermer la main a complètement récupéré ses mouvements, etc.

» Parallèlement à cette amélioration symptomatique, l'examen de la sécrétion urinaire a démontré que la diurèse devenait plus satisfaisante et que les déchets organiques étaient plus facilement éliminés. *Les combustions étaient augmentées* et on en avait la preuve par la diminution du chiffre de l'acide urique, en même temps que le taux de l'urée devenait plus élevé. Le rapport entre ces deux substances qui, avant tout traitement, était très fort, diminuait peu à peu, au point de se rapprocher du rapport moyen de $\frac{1}{40}$.

» L'élimination des éléments minéraux était elle-même influencée, mais d'une manière moins évidente.

» Nous rappellerons également, tout en nous réservant de compléter nos premiers résultats sur d'autres malades du même genre, que, chez *trois* diabétiques, la quantité de sucre a diminué considérablement, au point même de disparaître, après un certain nombre de séances, sans autre traitement additionnel.

» *En résumé,* les faits nombreux que nous avons observés depuis un an nous permettent d'apporter, dès aujourd'hui, une confirmation clinique nouvelle aux découvertes physiologiques de M. d'Arsonval sur l'action des courants alternatifs à haute fréquence, prenant naissance, par induction, dans les tissus.

» Ces courants ont une influence puissante sur l'activité nutritive et, à ce titre, ils constituent une médication de premier ordre dans un grand nombre de troubles fonctionnels, provoqués par un ralentissement ou une perversion de la nutrition. »

PHYSIOLOGIE. — *Application nouvelle de la méthode graphique à la musique.* Note de MM. A. BINET et J. COURTIER, présentée par M. Marey.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un appareil auquel nous donnons le nom de *criterium musical.*

» Cet appareil est destiné à l'étude et à la vérification du toucher au piano. Il repose sur une application de la méthode graphique, et consiste dans l'enregistrement, au moyen de tubes à air, des actes mécaniques exécutés par les doigts du pianiste sur les touches.

» Il se compose de deux parties : 1° Un tube de caoutchouc placé transversalement sous toutes les touches blanches et noires du piano; les deux extrémités de ce tube sont réunies à un seul tambour enregistreur. Le style de ce tambour inscrit les courbes obtenues par la pression des touches.

» L'avantage qu'offre cet appareil consiste surtout en ce qu'il se compose d'un organe unique (le tube de caoutchouc et le tambour avec lequel ce tube fait corps). Les erreurs provenant nécessairement des différences de sensibilité et de réglage d'une série d'appareils à air, disposés sous les diverses parties du clavier, sont ainsi évitées.

» Le tube de caoutchouc est collé sur une bande de carton qui est ellemême fixée sur une latte en bois; celle-ci vient affleurer en arrière du plateau du piano, et l'on peut, au moyen d'une simple vis accessible en dehors du piano, élever ou abaisser le tube, suivant que l'on désire ou non enregistrer le toucher; la hauteur du support du tube et le diamètre de celui-ci ont été calculés de manière à ménager l'écrasement du tube et la dureté des touches; pour égaliser l'effet de pression des touches blanches et noires, qui correspondent à des bras de levier de longueur différente, on a pratiqué, dans le carton-support, des orifices correspondant aux touches noires, de manière à augmenter la course de celles-ci.

» 2° L'appareil enregistreur se compose d'un mouvement d'horlogerie qui actionne deux rouleaux entre lesquels passe à frottement une bande de papier qui se déroule d'une bobine. Le fastidieux noircissage de la bande est évité par une plume à encre, d'un modèle nouveau, composée d'un réservoir à encre en amadou, qui cède lentement sa provision, par capillarité, à un léger style de bois poreux. L'ensemble de l'appareil est de dimensions réduites, enfermé dans une boîte rigide en cuivre, dont les dimensions sont à peu près celles d'un volume in-octavo ($20^{cm} \times 15^{cm} \times 6^{cm}$);

il est facilement transportable et peut être placé sur le piano, de sorte que le pianiste lit son tracé pendant qu'il joue.

» Des expériences de vérification ont prouvé que le fonctionnement de ce système donnait, d'un bout à l'autre de la série des touches, des résultats comparables et constants.

» Nous pensons que cet appareil pourra rendre des services, à trois points de vue principaux :

» *Utilité pédagogique.* — Les tracés renseignent d'une manière très délicate sur le jeu du pianiste, quant à la durée des notes, à la rapidité de l'attaque, à l'égalisation des doigts, aux passages de pouce, au lié et au détaché, au *crescendo* et au *decrescendo*, aux trilles, en un mot à tout ce qui concerne la rectitude de l'exécution et l'expression musicale.

» Les personnes qui veulent connaître, dans le détail, les qualités ou imperfections de leur jeu, ont, à l'aide des tracés inscrits par cet appareil, une vérification objective et durable, qui contrôle les appréciations de l'oreille, toujours fugitives et sujettes à erreur. C'est ce qu'ont reconnu spontanément un certain nombre d'artistes, qui ont joué avec l'appareil. Les imperfections du jeu se montrent spécialement dans les mouvements de grande vitesse, et nous pouvons affirmer déjà, d'après nos tracés, qu'il n'existe point, chez les artistes, de mécanisme impeccable.

» *Utilité psychologique.* — Nous avons eu surtout pour but de faire un appareil utile aux laboratoires de Psychologie et servant à l'étude des mouvements volontaires, du sens du temps, du sens du rythme, etc. Les résultats de nos recherches paraîtront dans un Mémoire spécial. Nous en extrayons simplement, à titre de curiosité, l'observation suivante : que certains virtuoses arrivent à allonger volontairement d'un centième de seconde un intervalle de dix centièmes de seconde.

» *Utilité artistique.* — Il nous semble, vu l'insuffisance de la notation musicale ordinaire, que notre appareil peut servir aux artistes qui veulent exprimer avec précision comment un morceau doit être exécuté, au point de vue de la force, de la vitesse et de toutes les nuances du jeu. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Recherches histologiques sur le développement des Mucorinées.* Note de M. **Maurice Léger**.

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie, en collaboration avec M. Dangeard ([1]), deux Notes sur la structure des Mucorinées et sur

([1]) P.-A. Dangeard et Maurice Léger, 1° *Recherches sur la structure des Muco-*

leur reproduction sexuelle. Nous y indiquions comme certaine l'existence de nombreux noyaux dans toutes les parties de ces plantes; mais, sauf pour la zygospore, que nous avons étudiée à un grand nombre d'états, nous n'avions pu préciser les modifications que subissent le protoplasma et les noyaux dans les organes de ces Champignons, aux diverses époques de leur développement.

» J'ai continué ces recherches pour mon propre compte, et elles ont porté sur plusieurs espèces de chacun des genres suivants : *Pilobolus*, *Mucor*, *Sporodinia*, *Rhizopus*, *Chætocladium*, *Mortierella*, *Piptocephalis*. Dans tous les genres que je viens d'énumérer, j'ai trouvé une structure identique, qui varie suivant l'âge de l'individu; l'homogénéité des résultats obtenus m'a permis d'arriver aux conclusions générales suivantes :

» Chez tout individu jeune, le thalle et les organes de reproduction en voie de croissance sont absolument remplis par un protoplasma très dense, qui occupe tout le mycélium et les tubes sporangifères sans solution de continuité : les coupes transversales montrent invariablement, dans les tubes mycéliens ou sporangifères d'une jeune Mucorinée, le protoplasma serré au milieu duquel se détachent les noyaux dont le nucléole se colore surtout avec beaucoup d'intensité sous l'action de certains réactifs.

» Dans les quelques documents épars que possède la littérature sur l'organisation intime des Mucorinées, je lis [1] que le protoplasma se présente sous forme de traînées pariétales : ce fait n'est vrai que lorsque la plante est plus âgée. En effet, dès que les spores sont formées et que, par conséquent, la columelle a fait son apparition, l'arrivée du protoplasma dans le sporange n'a plus sa raison d'être : il commence à se modifier, se transforme en huile et devient trabéculaire. Plus tard, il n'y a plus le long des tubes que de minces traînées protoplasmiques, destinées elles-mêmes à disparaître.

» Les noyaux subissent, pendant cette période, une modification intéressante : dans les filaments jeunes, ils se montrent avec un beau nucléole sphérique, entouré d'un cytoplasme généralement incolore et d'une fine membrane. Cette forme est tout à fait générale, et persiste dans la formation des spores : mais, dans les filaments et les columelles, les noyaux qui

---

rinées (*Comptes rendus*, 19 février 1894); 2° *La reproduction sexuelle des Mucorinées* (*Ibid.*, 5 mars 1894).

(1) SCHMITZ, *Untersuchungen über die Zellkerne der Thallophyten* (*Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfahlens*; 1887).

restent dans les traînées protoplasmiques perdent leur membrane et finissent par être réduits à leur seul nucléole, qui subsiste comme un simple ornement de la paroi interne, alors même que toute trace de protoplasme a complètement disparu. J'ai observé partout, avec la plus grande netteté, ce phénomène très particulier aux Mucorinées.

» Le développement des chlamydospores se rapproche beaucoup de celui des sporangiospores. Chez le *Mucor racemosus*, par exemple, où ces organes sont très nombreux, on voit, le long des filaments jeunes, se former de petits amas protoplasmiques contenant de 7 à 25 noyaux : quand la chlamydospore est définitivement isolée, par des cloisons, du reste du filament, ses parois s'épaississent, le protoplasme se transforme peu à peu en huile, et les noyaux, de plus en plus difficiles à trouver, deviennent, au stade définitif, invisibles dans les fines travées protoplasmiques. M. Dangeard et moi avons déjà montré cette structure dans la zygospore. La sporangiospore est soumise aux mêmes règles générales de développement : dans toutes espèces que j'ai étudiées, elle est à l'état jeune, plurinucléée [1], mais elle subit ensuite toutes les modifications que je viens d'indiquer pour les autres organes.

» En résumé, tous les organes des Mucorinées présentent entre eux une analogie frappante dans leur structure et dans leur développement. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de l'Ossola* (*Alpes Lépontines*). Note de M. S. **Traverso**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'une description géologique de l'Ossola que je viens d'étudier. Cette partie des Alpes Lépontines est presque complètement constituée par le terrain primitif; au nord, elle renferme un étroit lambeau des terrains secondaires de la vallée du Rhône, plié en synclinal.

» A la base, des gneiss granulitiques et grenatifères forment une calotte à laquelle est superposé le gneiss granitoïde d'Antigorio (gneiss central de Gastaldi), riche en microcline, quartz, plagioclases et biotite verdie; ils présentent assez fréquemment la structure vermiculée entre le quartz et les feldspaths. Une couche de calcschiste

---

[1] Schmitz (*loc. cit.*) prétend que chez les *M. racemosus*, les spores présentent un seul noyau, exceptionnellement deux. Je dois dire que, dans cette espèce, j'en ai toujours trouvé de quatre à huit, jamais un seul, rarement deux ou trois.

micacé, d'épaisseur variable, marque le passage à la partie supérieure du terrain cristallophyllien, constituée par un gneiss schistoïde, souvent tourmalinifère, avec des micaschistes gneissiques, des schistes calcifères et des phyllades; un gneiss à biotite et enfin des schistes amphiboliques et chloriteux (lac Majeur et Simplon). Dans les gneiss et surtout aux passages d'une variété à l'autre, se trouvent très fréquemment des bancs de calcaire cristallin, de cipolin, de calciphyre. Les gneiss et les micaschistes offrent des phénomènes de contact très caractéristiques près des diorites, des gabbros, des granites. Les schistes du lac Majeur et du Simplon recouvrent, quelquefois en discordance, les gneiss; ils se transforment en phyllades à séricite au contact des filons de porphyrite et du granite.

» Les roches éruptives pyroxéniques, amphiboliques et péridotiques, à texture granitoïde ou schistoïde, se trouvent en filons ou en amas au niveau des gneiss supérieurs, tandis qu'elles manquent au niveau du gneiss granitoïde et à celui des schistes micacés du lac Majeur. On a des gabbros, des diabases, des diorites, des kersantites, des amphibolites, toujours associés à des lherzolites et à des serpentines; et l'on remarque des passages insensibles de l'une à l'autre de ces roches. Les variétés schistoïdes sont dues au dynamométamorphisme. Les amphibolites (à actinolite et albite, avec pyroxène, épidote, sphène, calcite et quartz) et la serpentine (avec olivine, pyroxène, amphibole) représentent les dernières phases épigéniques de la transformation du gabbro et de la lherzolite. Parmi les roches métamorphiques à structure massive, je dois encore signaler des éclogites, des grenatites à amphibole et des leptynites.

» Les roches granitiques sont représentées par le granite typique à biotite du lac Majeur; par des granulites (aplites) à tourmaline noire, béryl, sphène, columbite, en dykes minces et en amas lenticulaires dans les gneiss, dans les amphibolites, dans le granite; par des microgranites en filons dans le gneiss schistoïde. J'ai toujours observé au voisinage de ces roches des phénomènes de contact, avec production de minéraux caractéristiques, parmi lesquels les plus fréquents sont le sphène, la tourmaline jaune et la séricite. J'ai aussi rencontré des fragments de gneiss et d'amphibolite renfermés dans la granulite. La roche éruptive la plus récente de la région est une porphyrite diabasique très altérée, qui se trouve en filons dans les gneiss, dans les schistes du lac Majeur et dans le granite.

» Au groupe paléozoïque des vallées du Rhône et de Formazza, comprenant quartzite avec gypse, *rauchwacke*, calcaire, schistes calcifères, schistes noduleux, sont superposés des couches du trias et des schistes argileux à bélemnites du lias. Le quaternaire est représenté par des alluvions préglaciaires, par des moraines, par la formation lacustre fossilifère de Valle-Vigezzo, et par des alluvions récentes.

» La stratigraphie de l'Ossola est, d'après moi, simple et en parfait accord avec celle du Grand-Paradis. Les gneiss inférieurs (granulitique, grenatifère, granitoïde) forment une voûte centrale pliée en calotte, entourée et en partie recouverte par les gneiss schistoïdes et les micaschistes supérieurs, qui présentent de chaque côté de l'anticlinal central un système compliqué de plis secondaires. A l'ouest (vallée du Rhône) les roches

schistoïdes et les calcaires triasiques recouvrent, avec un synclinal double, les micaschistes du Simplon. La calotte centrale, allongée du nord-est au sud-ouest, est resserrée par les plis secondaires qui se rapprochent en moulant le massif d'Antigorio, et descendent ainsi au mont Rose. Au nord du massif, les plis sont plus élevés et plus ouverts, et l'on voit paraître, au centre des anticlinaux, le gneiss granitoïde qui constitue la région de Valle-Maggia. Au mont Rose, en correspondance des deux massifs granitiques du mont Blanc et du lac Majeur, les axes des plis présentent une sinuosité; prenant ensuite la direction nord-sud, ils descendent mouler l'ellipsoïde central du Grand-Paradis. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une application de la Photographie à l'océanographie.* Note de M. **J. Thoulet.**

« On sait qu'il existe près des côtes certains bancs de sable, découvrant à marée basse, dont la position et les contours varient fréquemment, après des tempêtes ou des coups de vent, et dont le levé est rendu à peu près impossible, parce que, si l'on procède par la méthode lente des sondages, à peine a-t-on achevé l'étude, même quelquefois d'une portion de leur étendue, qu'ils subissent un bouleversement qui rend inutile toute la peine que l'on s'est donnée. Cependant, comme ces bancs sont très dangereux pour la navigation, il serait intéressant, outre l'utilité scientifique, de posséder leur plan exact à des époques et dans des conditions déterminées. Les bancs de l'entrée du bassin d'Arcachon sont un exemple de ces formations géologiques particulières. Or, on peut arriver au résultat désiré avec sûreté et promptitude, en se servant de la Photographie. Il suffit, en effet, d'une opération sur le terrain, ne se prolongeant pas au delà de la durée d'une seule marée.

» La méthode est également applicable au levé de côtes ou de lacs, dans tous les cas où l'on est en présence d'un contour résultant de la rencontre d'un terrain solide avec une nappe d'eau horizontale. Elle s'applique à terre ou à bord d'un navire, même en mouvement, et n'exige qu'une observation unique, sans la mesure d'aucune base, ni l'obligation d'occuper aucune position déterminée.

» L'instrument nécessaire est un appareil photographique quelconque, muni d'un bon objectif, de distance focale connue et susceptible d'être installé parfaitement horizontal, soit à l'aide d'un niveau à bulle d'air, à la façon ordinaire, quand on opère

sur terre, soit au moyen d'une suspension à la Cardan, par exemple, dans le cas où l'on serait sur un navire. En installant deux crins se croisant diagonalement dans l'ouverture de l'appareil photographique où s'introduit le châssis portant la plaque sensible, on obtient sur le cliché l'image de deux traits noirs, dont l'intersection donne le point principal. La seule précaution à prendre est de photographier, en même temps que le banc de sable, une mire ou tout autre objet, de hauteur connue et plongeant dans l'eau.

» Pendant l'intervalle d'une marée et, autant que possible, d'une grande marée, d'un point élevé tel que le sommet d'une falaise, d'une dune ou du haut de la mâture d'un navire, on prend une photographie instantanée du banc. En même temps, avec un compas de relèvement, on détermine l'azimut de la mire. En opérant avec les précautions indiquées précédemment, à des intervalles de temps quelconques, mais notés, on possède les données suffisantes pour tracer, chaque fois, en plan, la ligne irrégulière du contour du banc et, grâce à la série de vues photographiques prises, on a une série correspondante de contours reliés entre eux par la position fixe de la mire. On obtient donc le relief au moyen d'isobathes successives, séparées les unes des autres par des distances verticales connues. Il est commode, pour plus de précision dans les mesures sur le cliché, d'accoler celui-ci à une plaque de verre carroyée en carrés égaux, de côté égal à 1^{cm}, par exemple, et de projeter le tout, fortement agrandi et à une échelle facilement déterminable, au moyen de l'image des carrés de la plaque de verre grandis dans une proportion identique. On mesure sur l'agrandissement.

» On joint au point principal les deux extrémités de la mire, supposée verticale ou ramenée à être verticale, en lui conservant sa grandeur, si elle était oblique ou horizontale. On prolonge ces droites en avant de la ligne d'horizon, et à une distance plus proche ou plus éloignée du point de vue, que le point du banc le moins ou le plus éloigné du spectateur. Dans cette direction, on mène une verticale dont la hauteur représente celle qu'aurait la mire si celle-ci était amenée à cette nouvelle place.

» On joint le point de vue au point principal; on abaisse, des pieds des images de la mire vraie et de la mire fictive, des perpendiculaires sur cette droite. La formule fondamentale de la métrophotographie $\frac{f}{h} = \frac{D}{H}$, dans laquelle f représente la distance focale, H et h les hauteurs vraie et apparente sur la photographie de la mire et D la distance de l'observateur à la mire, permet de calculer la distance vraie de l'observateur à chacune de ces projections et, par conséquent, la longueur de la projection linéaire précisément égale à la distance séparant sur le terrain les pieds des deux mires, réelle et fictive. Cette distance servira désormais de base.

» Par le pied de la mire fictive, on mène la trace d'un plan de front; sur cette droite, on prend des longueurs égales entre elles, aussi grandes que possible, dont chacune représente l'unité de longueur, 1^{m} par exemple. On joint l'extrémité au pied de la mire vraie, on prolonge jusqu'au point de fuite, c'est-à-dire jusqu'à la rencontre de la ligne d'horizon. On possède ainsi le moyen d'avoir, en vraie grandeur, la distance mesurée sur la base ou son prolongement, d'un point quelconque situé sur cette base, au pied de l'une quelconque des mires.

» Il ne reste plus qu'à mener, par des points convenables de la base, des traces de plans de front qui couperont le contour du banc en des points dont chacun sera dé-

terminé par sa distance à la ligne de base et par l'angle, directement mesurable sur le cliché, que forme sa direction avec la droite allant du point de vue au point principal.

» Ce procédé est une application des méthodes de métrophotographie découvertes en France par M. le colonel Laussedat, en germe dans les travaux hydrographiques de Beautemps-Beaupré, et adoptées aujourd'hui, à cause de leurs avantages de simplicité, de facilité et de promptitude d'exécution, par la plupart des nations en Europe et en Amérique. »

M. **H. Baux** adresse une Note relative aux procédés employés pour essayer les robinets.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Mars 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, etc. N° 2. 25 février 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Février 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Extrait de Paléoconchologie comparée, par M. Cossmann. Première livraison. Février 1895. Paris; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Renvoyé au concours du prix Fontannes pour 1896.)

Les Microbes des eaux minérales de Vichy; aseptie des eaux minérales, par

M. le Dr PONCET. Paris, Baillière et fils, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Cours élémentaire de Chimie, par M. le Dr C.-I. ISTRATI, Professeur à l'Université de Bucharest; revu et augmenté par A. ADAM. Avec une préface de M. CH. FRIEDEL, Membre de l'Institut. Paris, G. Carré, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Leçons sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique et applications, par M. P. PAINLEVÉ, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Hermann, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Supplément à la Notice sur les travaux scientifiques de M. ADOLPHE CARNOT, professeur à l'École supérieure des Mines, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. LINDER, inspecteur général des Mines, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Éléments de Chimie physiologique, par M. MAURICE ARTHUS. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Chauveau.)

Essai de Géographie générale, par M. CHRISTIAN GARNIER. Paris, Hachette, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Les Aurores polaires, par M. ALFRED ANGOT. Paris, Félix Alcan, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 8. Séance du 26 février 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Mercredi 20 février 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de Missions en France et à l'étranger. N° 8. Paris, Imprimerie nationale, décembre 1894; 1 vol in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome III. N° 3. Saint-Pétersbourg, 1894; 1 vol. in-4°.

The elements of the four inner planets and the fundamental constants of Astronomy, by SIMON NEWCOMB. Washington, 1895; 1 vol. in-8°.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano. Osservazioni meteorologiche eseguite nell'anno 1894, *col riassunto composto sulle medesime*, da E. PINI. Milano, Bernardoni, 1895; 1 br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1895.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Mars 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Les origines animales de l'homme, éclairées par la Physiologie et l'Anatomie comparatives, par le Dr I.-P. DURAND (DE GROS). Paris, Germer-Baillière, 1891; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

L'Anthropologie. 1895. Tome VI. N° 1. Janvier-février. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France. Huitième année : 1894; Paris. 1 vol. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances, 1895. N° 4. Séance du 15 février 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 5 mars 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France, pour l'année 1894. Tome VII. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1894. Tome XIX. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Konglia svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar, hy Följd, 1892. Stockholm, 1893-1894; 1 vol. in-4°.

Observations made during the year 1889 *at the United States naval Observatory*, captain ROBERT L. PHYTHIAN, U. S. N. superintendent. Washington, 1893; 1 vol. in-4°.

Transactions of the New-York Academy of Sciences. Vol. XIII; 1893-1894. New-York; 1 vol. in-8°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, for the year ending june 30, 1892. Washington, 1893; 1 vol. in-8°.

Smithsonian Institution. United States national Museum. Proceedings of the United States national Museum. Vol. XVI; 1893. Washington, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission. Vol. XII, for 1892. Washington, 1894; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mars 1895.)

Note de M. *Balland*, Sur quelques avoines françaises et étrangères, de la récolte de 1893 :

Page 504, lignes 19 et 20, *au lieu de* 30 à 40 pour 100, *lisez* 3 à 4 pour 100.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Adolphe Carnot*, pour remplir la place de Membre libre, devenue vacante par suite du décès de M. *de Lesseps*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Adolphe Carnot** prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des surfaces et des groupes algébriques;* par M. **Émile Picard.**

« Dans mes recherches sur les fonctions algébriques de deux variables indépendantes, j'ai donné un théorème sur les surfaces admettant un groupe fini et continu de transformations birationnelles.

» Cette proposition peut être généralisée et complétée; c'est ce que je me propose d'indiquer ici en faisant connaître un théorème général sur les groupes algébriques.

» **1.** Je n'aurai besoin d'employer aucun principe nouveau de démonstration, et je me reporterai seulement à la proposition suivante que j'ai précédemment établie (*Comptes rendus*, 28 avril 1890). Soit une équation différentielle où la variable x ne figure pas explicitement

$$f[y, y', \ldots, y^{(m)}] = 0, \tag{1}$$

f étant un polynome. On suppose que, quand on remplace dans une intégrale quelconque x par $x+h$, h étant une constante arbitraire, on a, en désignant par $Y, Y', \ldots, Y^{(m)}$ les nouvelles valeurs de $y, y', \ldots, y^{(m)}$

$$\begin{aligned} Y &= F\ [h, y, y', \ldots, y^{(m)}], \\ Y' &= F_1\ [h, y, y', \ldots, y^{(m)}], \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ Y^{(m)} &= F_m[h, y, y', \ldots, y^{(m)}], \end{aligned}$$

les F étant rationnelles en $y, y', \ldots, y^{(m)}$. Dans ces conditions, *l'intégrale générale de* (1) *est uniforme et s'exprime à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences.*

» Ceci rappelé, prenons une *surface* algébrique dans un espace à n dimensions,

$$S(x_1, x_2, \ldots, x_n) = 0,$$

et supposons que cette surface admette un groupe G continu et fini de transformations birationnelles. Envisageons un des sous-groupes finis à *un* paramètre contenus dans G; ce sous-groupe sera défini par un système d'équations de la forme

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{2}$$

les X étant rationnels en $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Puisque ce sous-groupe fait partie du groupe G, le système (2) jouit de la propriété indiquée pour l'équation (1), et, par suite, nous pouvons considérer que, *dans les équations finies du sous-groupe précédent, les coefficients sont des fonctions uniformes du paramètre arbitraire s'exprimant à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions abéliennes*.

» En opérant ainsi pour chacun des sous-groupes à un paramètre, on arrive par combinaison au théorème général suivant :

» *Si le groupe* G *est à* r *paramètres, on peut s'arranger de manière que les coefficients des fonctions rationnelles des* x *qui donnent le groupe soient des fonctions uniformes des* r *paramètres s'exprimant au moyen des transcendantes de la théorie des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences.*

» 2. Un cas particulièrement simple est celui des groupes de substitutions de Cremona. Si, en désignant m lettres indépendantes par $x_1, x_2, \ldots, x_m$, on a la substitution birationnelle entre les x et les X

$$\begin{aligned} X_1 &= R_1(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, \ldots, a_r), \\ X_2 &= R_2(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, \ldots, a_r), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ X_m &= R_m(x_1, x_2, \ldots, x_m, a_1, \ldots, a_r), \end{aligned}$$

formant un groupe à r paramètres, *on peut toujours s'arranger de manière que les* R *soient des fonctions uniformes des* a *s'exprimant par les transcendantes abéliennes*.

» 3. Reprenons le cas particulier de la surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

et supposons que cette surface admette un groupe de transformations birationnelles. J'ai établi (*Journal de Mathématiques*, 1889, p. 222) que deux cas peuvent se présenter : 1° ou bien il y aura sur la surface un faisceau de courbes algébriques de genre *zéro* ou *un*, 2° ou bien les coordonnées d'un point quelconque de la surface s'expriment par des fonctions abéliennes de deux paramètres (ou dégénérescences) au moyen de l'inversion de deux intégrales de différentielles totales attachées à la surface.

» Nous allons adjoindre à ce théorème une seconde proposition qui permet de le préciser. Supposons que le groupe soit *transitif;* nous aurons

alors pour la surface le groupe de transformations birationnelles

$$X = F_1(x, y, z, a_1, \ldots, a_r),$$
$$Y = F_2(x, y, z, a_1, \ldots, a_r),$$
$$Z = F_3(x, y, z, a_1, \ldots, a_r),$$

les paramètres figurant comme nous l'avons vu au n° 1. On peut donc dire, en laissant x, y, z constants et en faisant varier deux des paramètres, que *les coordonnées d'un point quelconque de la surface s'expriment par des fonctions abéliennes* (*ou dégénérescences*) *de deux paramètres*.

» Dans le cas où le groupe est intransitif, je n'ai aucune remarque à ajouter à mon énoncé antérieur; il passe par chaque point de la surface une courbe de genre *zéro* ou de genre *un* (le module étant indépendant de la position du point quand la courbe est elliptique). On peut aller plus loin quand le genre géométrique de la surface dépasse l'unité, mais je n'ai encore ici qu'à renvoyer à mon Mémoire. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches de M.* Ramsay *sur l'argon et sur l'hélium.* Communication de M. BERTHELOT.

« M. Berthelot annonce avoir reçu samedi dernier de M. Ramsay un télégramme ainsi conçu :

« Gaz obtenu par moi. — Clévite. — mélange argon hélium. — Crookes identifie spectre. — Faites communication Académie lundi. »

» Il résulte de ce télégramme que M. Ramsay a fait une nouvelle et très importante découverte, celle d'un minéral naturel renfermant de l'argon, la clévite ou clévéite. Ce minéral est un produit découvert par Nordenskiöld, et formé d'oxyde d'urane et de diverses terres rares.

» En réalité, il s'agit de tout un groupe de composés, désignés sous le nom d'*uraninites*, et dans lesquels W. F. Hillebrand a signalé la présence d'une dose sensible d'azote, susceptible d'être dégagé sous l'influence des acides (*Bulletin of the U. S. Geological Survey*, n° 78; 1891, p. 43 à 79) : il a fait une étude spéciale de cette réaction singulière, qui a suggéré à M. Ramsay l'idée d'un examen approfondi : c'est ainsi qu'il a été conduit à y reconnaître, à côté de l'azote, l'argon et l'hélium.

» En effet, M. Ramsay signale en même temps, dans les gaz extraits de

la clévite, la présence du spectre attribué à un élément hypothétique, l'hélium, imaginé pour rendre compte d'une raie spéciale du spectre solaire. M. Ramsay a ainsi découvert un composé de l'hélium.

» Après la séance de l'Académie, lundi, à 6h du soir, j'ai reçu de M. Ramsay la lettre suivante :

» Cher Monsieur,

» Je vous ai télégraphié aujourd'hui en vous annonçant la découverte de l'hélium, l'élément inconnu dont la ligne jaune existe dans le spectre solaire.

» En vous félicitant d'avoir réussi à combiner l'argon, je pense vous intéresser si je vous explique comment j'ai eu la bonne fortune de faire cette découverte. Hillebrand de Baltimore a étudié un minéral rare, la clévite; il fut étonné de voir que ce minéral contenait environ 2 pour 100 d'un gaz, dont il examina le spectre et il trouva que c'était celui de l'azote. Il a fait passer l'étincelle à travers un mélange de ce prétendu azote avec l'hydrogène, en présence de l'acide sulfurique, et il a obtenu du sulfate d'ammoniaque. Il m'a paru excessivement douteux qu'un corps quelconque pût donner de l'azote libre, après traitement par un acide.

» Je me suis mis à examiner le gaz, dans l'espérance de trouver une méthode pour faire combiner l'argon; car M. Hillebrand a remarqué qu'il existait un rapport défini entre l'azote et l'oxyde d'urane, qui constitue, avec l'oxyde de plomb et des terres rares, ce minéral. En faisant passer l'étincelle électrique à travers un mélange de ce gaz avec de l'oxygène, en présence de la soude caustique, j'ai obtenu un résidu (l'azote est présent en minime quantité). Ce résidu m'a donné le spectre de l'argon et, en outre, un autre spectre, dont la ligne jaune, très brillante, ne coïncide pas avec la ligne D du sodium; mais elle en est très rapprochée. La longueur d'onde mesurée par mon ami Crookes avec son magnifique spectromètre, est 587,49. Il s'y trouve aussi d'autres lignes moins remarquables, qui trouvent place dans le rouge, le vert et surtout dans le violet. Toutes ces lignes ne sont pas encore mesurées; seulement la raie caractéristique jaune. Mais voici ce que j'ai trouvé :

» En partant du rouge et faisant la comparaison avec le spectre de l'argon,

Rouge.........	3 lignes identiques.
	2 lignes »
	1 ligne faible »
	1 ligne moins faible »
	1 ligne forte dans He, faible dans A.
Rouge orange..	1 ligne égale dans tous deux.
	1 » »
	1 » »
	2 lignes faibles »

Orange........	1 ligne faible.
	3 lignes assez fortes.
Jaune orange...	2 lignes assez fortes.
	‖ 1 ligne jaune brillant seulement dans He. C'est la ligne caractéristique de l'hélium.
	7 lignes vertes, égales dans tous deux.
	5 lignes vertes bleus, »
Vert bleu......	1 ligne faible, n'existe pas dans l'argon.
	1 ligne brillante » »
Bleu..........	8 lignes assez fortes, » »
Violet.........	3 lignes seulement dans A.
	2 lignes dans tous deux, plus fortes dans A.
	4 lignes seulement dans He.
	2 lignes seulement dans tous deux.
	1 » » »
	3 » » »
	3 » » »
	2 » » »

» Je possède une assez grande quantité de clévite, et un de mes aides a déjà commencé à extraire le gaz en plus grande quantité. Ma tâche sera de séparer les deux corps; peut-être cela ne sera pas facile. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur les spectres de l'argon et de l'aurore boréale;* par M. **Berthelot**.

« Dans une matière aussi neuve que l'étude de l'argon, il peut être utile de suggérer quelques rapprochements. C'est à ce point de vue que je prends la liberté de signaler les suivants.

» En effet, il est possible que les raies propres à l'aurore boréale soient attribuables à une forme ou combinaison spéciale de l'argon, ou des éléments encore inconnus qui peuvent l'accompagner. Je demande la permission de rappeler une observation personnelle. Pendant l'un de mes récents essais sur l'argon, exécuté en présence de la vapeur de benzine et avec les circonstances exceptionnelles de la pluie de feu, il s'est développé, à la pression ordinaire, dans toute l'étendue de l'éprouvette, une fluorescence magnifique, jaune-verdâtre, caractérisée par un spectre de raies et de bandes remarquables, et qui rappelait celui de l'aurore boréale, autant qu'il m'a été possible de les comparer, dans les conditions rapides de mon expérience.

» On apercevait, indépendamment des raies de l'hydrogène et des raies D, diverses raies jaunes et vertes, bleues et violettes, dont je ne veux pas préciser la position, à cause de la faible dispersion du spectroscope, et surtout de la difficulté de comparer des spectres de fluorescence. Je me bornerai à signaler une raie brillante, juxtaposée à la raie D, dont elle était séparée par une fine raie noire d'absorption, et deux groupes de bandes, ou larges raies, que l'on entrevoyait l'un à gauche de D, dans l'orangé, l'autre à droite, dans le jaune et le vert, sillonnés l'un et l'autre de fines raies d'absorption (attribuables à l'épaisseur de la couche gazeuse fluorescente). L'aspect de ces bandes était très analogue à celui du groupe de petites raies dessinées à la gauche de E dans la *fig.* 1 du Mémoire de M. Rayet *Sur le spectre de l'aurore boréale* (*Journal de Physique*, t. I, p. 366; 1872). J'ai montré ces curieux phénomènes aux jeunes savants qui travaillent dans mon Laboratoire. Leur analyse mérite d'être approfondie et comparée avec les spectres de l'aurore boréale et de l'hélium, afin d'étudier ce qu'il pourrait y avoir de commun dans ces manifestations. Mais il est nécessaire pour les reproduire de disposer d'un peu d'argon.

» Cette observation aboutirait ainsi à expliquer l'énigme de l'aurore boréale, par la production d'un dérivé fluorescent de l'argon, ou de ses congénères contenus dans l'échantillon qui m'a été remis; dérivé engendré sous l'influence des effluves électriques qui se développent au sein de l'atmosphère, c'est-à-dire dans des conditions physiques analogues à celles de l'expérience ci-dessus. Angström a déjà fait appel à la fluorescence dans son étude de l'aurore boréale.

» Nous ne tarderons pas sans doute à être fixés sur ces points, qui touchent à la nature de l'argon et congénères, comme à sa présence dans l'atmosphère, et qui augmentent l'intérêt de sa découverte. »

CHIMIE. — *Recherches sur les métaux de la cérite;* par M. P. **Schützenberger.**

« Malgré de nombreuses déterminations, les poids atomiques des métaux de la cérite ne paraissent pas encore être établis avec toute la certitude désirable.

» Il ne s'agit pas ici d'une précision de l'ordre de celle introduite par Stas dans la mesure des équivalents. Les différences entre les nombres

proposés par divers expérimentateurs portent le plus souvent sur la partie entière et atteignent quelquefois plusieurs unités.

» Ainsi, pour le cérium, celui de tous dont l'oxyde est le plus facile à séparer dans un grand état de pureté, la valeur du poids atomique a varié de 137,1 à 142,3; les déterminations les plus récentes de Brauner (1885) et de Robinson (1884) se rapprochent beaucoup de 140 (139,75 à 140,43).

» Il est évident que des écarts aussi considérables ne peuvent être attribués au degré de précision apporté dans les analyses, mais qu'ils dépendent de causes d'erreurs inhérentes aux méthodes employées.

» J'ai cherché, par une série d'expériences méthodiquement instituées, à me rendre compte de la nature de ces causes perturbatrices, afin de pouvoir les éviter.

» Mon attention s'est surtout portée sur l'analyse du sulfate de cérium, sel facile à obtenir dans un grand état de pureté et sous forme de beaux cristaux, par évaporation au bain-marie de ses solutions aqueuses, en utilisant sa moindre solubilité dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

» L'excellente méthode due à notre éminent et regretté confrère Debray (fusion des nitrates avec huit à dix fois leur poids de salpêtre, entre 320° et 330°) permet de séparer facilement et rapidement le cérium sous forme de bioxyde (CeO^2) des oxydes de didyme et de lanthane, dont les nitrates beaucoup plus stables ne commencent à se décomposer qu'au-dessus de 400°.

» L'opération répétée deux ou trois fois donne un oxyde de cérium tout à fait exempt de didyme et de lanthane.

» J'indique rapidement ici comment je me suis procuré le sulfate de cérium pur qui a servi à mes expériences, en suivant, à quelques détails près, des méthodes connues.

» 1° Attaque de la cérite pulvérisée par l'acide sulfurique concentré;

» 2° Dissolution des sulfates dans l'eau froide après expulsion de l'excès d'acide sulfurique, filtration, précipitation par l'hydrogène sulfuré;

» 3° Évaporation du liquide au bain-marie bouillant, dans une capsule; opération pendant laquelle il se sépare des croûtes cristallines roses, formées par un mélange de sulfates de cérium, de didyme et de lanthane.

» 4° Les cristaux, séparés d'une eau-mère ferrugineuse, sont déshydratés, redissous dans l'eau froide et la solution évaporée de nouveau au bain-marie donne un dépôt plus pur que l'on redissout; la solution est

précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. Le mélange des oxalates lavé et séché est dissous à chaud dans un excès d'acide nitrique pur et chauffé jusqu'à destruction complète de l'acide oxalique.

» La solution des nitrates est évaporée à sec; le résidu est mélangé avec 8 parties de salpêtre; le mélange est fondu et maintenu fondu entre 310° et 325° jusqu'à cessation de dégagement de vapeurs nitreuses;

» 5° Le bioxyde de cérium jaune qui se sépare est isolé par lavage à l'eau chaude; on achève de laver avec une solution de nitrate d'ammoniaque, pour éviter le passage du bioxyde de cérium laiteux à travers les filtres. Après calcination, on retransforme ce bioxyde en sulfate, en oxalate et enfin en nitrate que l'on soumet à une seconde fusion au salpêtre, à 320°. On élimine ainsi le didyme entraîné lors de la première fusion et l'on obtient un bioxyde dont la solution ne présente plus les raies d'absorption des sels de didyme.

» 6° Le bioxyde blanc, légèrement jaunâtre, ainsi obtenu, est transformé en sulfate cérique par l'acide sulfurique concentré; le sulfate cérique est chauffé un peu au-dessous du rouge sombre naissant et converti en sulfate céreux

$$2[(SO^4)^2Ce] = (SO^4)^3Ce^2 + SO^3 + O.$$

» Ce dernier est dissous à froid dans l'eau, et la solution filtrée et claire est évaporée au bain-marie bouillant.

» Le sulfate céreux se sépare peu à peu pendant l'évaporation en cristaux prismatiques incolores. Lorsqu'il s'en est accumulé une assez grande quantité contre les parois de la capsule, on décante l'eau-mère; les cristaux déshydratés sont redissous à froid et la solution est évaporée au bain-marie, ce qui fournit une seconde cristallisation et une seconde eau-mère. Cette nouvelle cristallisation est traitée comme la première; on continue ainsi, en répétant la même série d'opérations cinq ou six fois. Finalement, la dernière cristallisation peut être envisagée comme suffisamment pure et sert aux analyses.

» Les cristaux sont broyés et séchés dans une nacelle placée dans un tube à travers lequel on fait passer un courant d'air sec, pendant qu'il est porté à 440° au moyen de la vapeur de soufre. Toute l'eau de cristallisation est ainsi éliminée (elle le serait déjà à 300°) sans qu'il se sépare la moindre trace d'acide sulfurique.

» Le sel perd, dans ces conditions, 13,66 pour 100 de son poids, ce qui

correspond à 5 molécules d'eau pour un poids atomique du cérium voisin de 139,5.

» Sans entrer dans les détails des nombreuses expériences effectuées en vue de rechercher les causes d'erreurs inhérentes aux diverses méthodes que l'on peut suivre dans l'analyse du sulfate de cérium pur, je me borne à indiquer les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» 1° Il n'est pas possible de doser exactement l'acide sulfurique en précipitant, par le chlorure de baryum, une solution bouillante de sulfate de cérium additionnée d'acide chlorhydrique. Quoi que l'on fasse, comme l'avait du reste déjà observé Marignac, le sulfate barytique entraîne, en se séparant, de l'oxyde de cérium sous forme de sulfate ou de chlorure, ou sous les deux formes simultanément. En effet, ce sulfate barytique bien lavé et calciné devient jaune lorsque, après l'avoir humecté avec de l'acide sulfurique concentré, on le chauffe à nouveau. Le poids du cérium entraîné, compté en sulfate, peut s'élever à 2,2 pour 100 de sulfate barytique brut.

» Le poids du sulfate barytique recueilli, bien qu'augmenté de celui du sulfate de cérium entraîné, est plus petit que ce qu'il devrait être, puisqu'à ce sulfate de cérium correspond un poids plus élevé de sulfate barytique non formé.

» L'entraînement du sel céreux peut être évité en procédant de la façon suivante :

» La solution du sulfate céreux est versée dans un excès d'une solution chaude de soude caustique pure, obtenue par dissolution du sodium dans l'eau. Le tout est maintenu pendant quelque temps en ébullition. Le précipité d'oxyde céreux est lavé par décantation à l'eau bouillante. Les liquides filtrés réunis sont acidulés par l'acide chlorhydrique et précipités à chaud par un *très léger excès* de chlorure de baryum. Formé dans ces conditions, le sulfate barytique se dépose bien et ne passe jamais à travers les filtres, comme lorsqu'on emploie un excès notable de chlorure barytique.

» Ainsi appliquée, cette méthode fournit des résultats n'offrant pas, d'une expérience à l'autre, une constance satisfaisante et les poids atomiques qu'on en déduit sont généralement trop élevés et varient entre 140 et 141,5. L'erreur provient de ce qu'une petite fraction de l'acide sulfurique est retenue par le précipité d'hydrate céreux, malgré l'intervention à chaud d'un excès de soude caustique.

» On arrive à vaincre cette difficulté en dissolvant l'hydrate céreux lavé

par décantation dans l'acide chlorhydrique et en reprécipitant par la soude pure.

» Pendant les lavages, l'hydrate céreux absorbe un peu d'oxygène et se convertit partiellement en hydrate cérique insoluble dans l'acide chlorhydrique étendu; mais ce fait, peu marqué du reste, n'entrave pas le succès de l'opération.

» L'analyse ainsi conduite donne 123,30 de sulfate de baryte pour 100,00 de sulfate céreux anhydre; ce qui conduit au poids atomique 139,45 pour le cérium, nombre qui ne doit pas s'écarter beaucoup de la vérité.

» La méthode de Brauner (calcination du sulfate anhydre de cérium et pesée du bioxyde résidu), en raison de sa grande simplicité, paraît être à l'abri de toute cause d'erreur. Les résultats qu'elle fournit sont néanmoins variables et dépendent de la température à laquelle la calcination du sulfate est effectuée. Au rouge cerise, on arrive à expulser la totalité de l'acide sulfurique; le poids de l'oxyde résidu ($\dot{C}eO^2$) conduit à un poids atomique compris entre 139,8 et 140. Si, au contraire, on chauffe pendant quelque temps au rouge blanc, le bioxyde diminue de poids et le poids atomique calculé s'abaisse à 139,0-138,8. Cette variation peut s'expliquer en admettant une légère perte d'oxygène qui est d'autant plus à prévoir qu'il s'agit d'un peroxyde. Elle peut être due aussi, comme le pense M. Lecoq de Boisbaudran, à ce que les terres fortement calcinées condensent moins d'air et deviennent par là plus légères en apparence.

» On arrive à des conclusions analogues en procédant par synthèse : un poids connu de bioxyde de cérium est transformé en sulfate cérique jaune, au moyen de l'acide sulfurique concentré. Le sulfate cérique, calciné modérément dans le voisinage, mais au-dessous du rouge sombre naissant, est converti en sulfate céreux anhydre blanc. Après pesée à l'abri de l'humidité, on dissout le sel dans l'eau et l'on recueille pour la peser et en tenir compte dans le calcul la petite quantité de bioxyde non attaqué.

» Avec le bioxyde très léger et très divisé, de couleur jaune citron clair, obtenu en faisant brûler l'oxalate céreux à une température peu élevée, les résultats conduiraient au poids atomique 143; le même oxyde, chauffé pendant quelque temps au rouge sombre, donne 140,5 à 141; enfin, après calcination prolongée au rouge vif presque blanc on retrouve le nombre $Ce = 139,0$ que donne la calcination du sulfate à cette température.

» Donc, les méthodes fondées sur la transformation du sulfate en bioxyde, ou inversement sur la conversion du bioxyde en sulfate, manquent de base fixe. Dans les deux cas les nombres varient avec la température

à laquelle le bioxyde a été soumis et l'on est en droit de se demander à quelle température de calcination correspond le vrai bioxyde de cérium.

» L'expérience suivante démontre que par simple oxydation à l'air, et sans le concours de l'eau oxygénée, il peut se former des oxydes plus riches en oxygène que le bioxyde.

» L'oxyde céreux précipité par la soude pure, bien lavé à l'eau bouillante et recueilli sur un filtre, puis séché à l'étuve à 100°, se dessèche sous forme d'une masse poreuse jaune; celle-ci, séchée à 440°, puis au rouge sombre, perd, entre les deux températures, 0,7 pour 100 de son poids et, de nouveau, 0,7 pour 100 entre le rouge sombre et le rouge cerise. C'est en raison de ces incertitudes touchant la composition vraie du peroxyde que l'on a entre les mains, que nous sommes conduit à donner la préférence au poids atomique 139,5 déduit de l'analyse par voie humide du sulfate céreux.

» Au cours de ces recherches, nous avons observé les faits suivants :

» Le bioxyde de cérium obtenu par deux ou trois fusions successives avec le salpêtre, à 320°, étant transformé en sulfate céreux bien exempt de didyme et de lanthane, si l'on fractionne en plusieurs portions successives les cristaux qui se déposent pendant l'évaporation au bain-marie de la solution, on constate une décroissance du poids atomique du cérium calculé d'après le poids du résidu de la calcination (au rouge vif) du sulfate, résidu compté comme bioxyde.

» La série suivante, prise parmi beaucoup d'autres qui ont donné des résultats semblables, le montre nettement :

Cristallisation	n° 1	Ce = 139,4,
»	n° 2	Ce = 139,05,
»	n° 3	Ce = 138,06,
»	n° 4	Ce = 135,2.

» Cet abaissement établit nettement la présence de terres étrangères dans le bioxyde de cérium obtenu par la méthode Debray. Nous reviendrons prochainement sur ce point intéressant. »

M. **Alfred Grandidier**, en offrant à l'Académie la feuille Nord de la Carte à $\frac{1}{200000}$ de la province centrale de Madagascar, l'Imerina, qu'il a dressée avec la collaboration des R. P. Roblet et Colin, s'exprime comme il suit :

« Cette feuille, à laquelle je travaille depuis vingt-cinq ans, et dont j'ai

donné une première esquisse à la même échelle de $\frac{1}{2000000}$ en 1880, n'est pas encore tout à fait terminée ; elle doit recevoir des additions du côté du nord et de l'est et est appelée à subir quelques corrections ; mais, comme elle peut rendre des services au corps expéditionnaire qui va partir dans quelques jours, j'ai dû la faire tirer dans l'état où elle se trouve. Elle représente une surface d'environ 11000^{kmq} (entre 18°25′ et 19°17′ de lat. S., et 44° 19′ et 45°32′ de long. E.) et est établie : 1° sur les observations astronomiques et les levés de détail que j'ai faits dans l'Imerina en 1869 et 1870 ; 2° sur les levés topographiques extrêmement détaillés et très précis que le R. P. Roblet a bien voulu faire à ma demande, et auxquels il travaille depuis 1872 avec un zèle et un succès dignes de tous les éloges ; 3° sur les observations astronomiques et de nivellement exécutées dans l'est, de 1891 à 1893, avec d'excellents instruments et une grande précision, par le R. P. Colin, directeur de l'observatoire de Tananarive.

» D'après le contrôle auquel ont été soumises nos observations diverses, l'erreur sur la position des points principaux est d'ordinaire inférieure à 100^{m}, ce qui est une exactitude très suffisante pour une Carte topographique à cette échelle.

» J'ai aussi l'honneur d'offrir à l'Académie la Carte à $\frac{1}{100000}$ de la bande de l'Imerina comprise entre 18°40′ et 19°10′ de lat. S., qui représente la partie la plus populeuse de cette province. C'est la première fois que, dans un pays encore sauvage, on a établi une Carte topographique complète. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Kunckel d'Herculais soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. *Perrier*, un Mémoire intitulé : « Recherches sur la structure intime des organes tactiles chez les insectes diptères. Différenciation de ces organes en vue de la gustation ».

(Commissaires : MM. Milne-Edwards, Sappey, Perrier.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel fait part à l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. le général *de Nansouty*, fondateur de l'observatoire du pic du Midi.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BU (*Charlois*), *faites au grand télescope de l'observatoire de Toulouse,* par MM. **B. Baillaud** et **Rossard** (Communiquées par M. F. Tisserand).

Dates 1895.	Étoiles de comparaison.	Planète — Étoile. Æ.	Décl.	Nombre de compar.	Obs.
		m s			
Mars 19........	13626 Paris	−1.16,34	+6′.45″,6	18:20	B
22........	1034 W_1, H. 10	+0.49,07	−9.35,9	24:14	B
23........	1003 W_1, H. 10	+1.28,23	−9. 8,1	18:20	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1895.	Ascens. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.
	h m s	s		
Mars 19..........	11. 3.52,06	2,03	−0°.45′.51″,8	−11″,1
22..........	10.59.25,62	2,03	−0.23.20,0	−10,9
23..........	10.57.58,67	2,03	−0.21.37,0	−10,9

Positions apparentes de la planète.

Dates 1895.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Mars 19.....	10.37.50	11. 2.37,75	$\bar{2}$,813$_n$	− 0°.39.17″,3	0,788
22.....	9.36.23	11. 0.16,72	$\bar{1}$,180$_n$	− 0.33. 6,8	0,787
23.....	10.21.35	10.59.28,93	$\bar{2}$,786$_n$	− 0.30.44,9	0,787

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BT (*M. Wolf*, 16 *mars* 1895), *faites à l'observatoire de Besançon* (*équatorial droit*), par **M. H. Petit**, présentées par M. Tisserand.

Dates 1895.	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s			h m s				
Mars 18..	10. 7.32	−1. 5,09	+ 3′.49″,0	18:15	11.55. 2,61	$\bar{1}$,318$_n$	82°.58′.32″,0	0,761$_n$	1
21..	9.32.24	−2.43,48	− 0. 3,9	9:13	11.52.48,17	$\bar{1}$,375$_n$	82.48.10,5	0,764$_n$	2
22..	9.34.58	+1.40,57	+11.30,4	15:17	11.52. 2,98	$\bar{1}$,356$_n$	82.44.51,3	0,763$_n$	3

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Asc. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1....	$11^h56^m5^s,55$	$+2^s,15$	$82°54'29'',7$	$+13'',3$	Weisse$_2$ (930) H. 11
2....	11.55.29,48	+2,17	82.48. 1,2	+13,2	C. des T. (π Vierge)
3....	11.50.20,23	+2,18	82.33. 8,0	+12,9	Münich (7378)

» Ces observations ont été faites avec un grossissement de 123, micromètre à fils de platine et champ obscur.

» *Remarques.* — Les 18 et 22 mars : ciel très pur, images bonnes.

» Le 21 mars : ciel nuageux. »

GÉOMÉTRIE. — *Une propriété générale des axoïdes.* Note de M. A. MANNHEIM, présentée par M. Resal.

« M. H. Resal a donné (¹) le nom d'*axoïde* à une courbe qui partage constamment en deux parties égales les portions de ses normales comprises entre deux lignes données.

» Voici une propriété connue qui donne un exemple d'*axoïde :*

» *Si deux segments de droites op, oq tournent en sens inverses autour de o d'angles égaux, le milieu m de pq appartient à une ellipse (m) normale en m à pq.*

» Les lignes données sont ici deux circonférences concentriques et l'axoïde est une ellipse (m).

» Il résulte de cette génération de (m), comme je l'ai déjà dit (²), que son centre de courbure relatif au point m est sur pq le point μ, milieu d'un segment rs, intercepté par les droites op, oq et qui est perpendiculaire à pq.

» Le lieu des points μ est la développée de l'ellipse (m). Cette développée, partageant en deux parties égales les segments tels que rs qui lui sont normaux, est alors un axoïde relativement aux courbes que décrivent r et s.

» Ce que je viens d'expliquer sur un exemple particulier peut se répéter d'une façon générale; on peut alors énoncer ce théorème :

» *Les développées successives d'un axoïde sont des axoïdes par rapport à des courbes engendrées de la même manière.* »

(¹) *Voir* précédemment p. 484.

(²) *Principes et développements de Géométrie cinématique*, p. 62.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les lignes de courbure.* Note de M. THOMAS CRAIG, présentée par M. Hermite.

« Considérons une surface quelconque

$$\Phi(x, y, z) = 0,$$

et soient ρ et ρ_1 les paramètres d'un système conjugué; soient aussi

$$x = g(\rho, \rho_1), \qquad y = h(\rho, \rho_1), \qquad z = k(\rho, \rho_1),$$

les expressions des coordonnées d'un point de la surface en fonction des paramètres ρ, ρ_1. Nous savons (DARBOUX, t. I) que x, y, z satisferont à une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho\, \partial \rho_1} = a \frac{\partial \theta}{\partial \rho} + b \frac{\partial \theta}{\partial \rho_1}; \tag{1}$$

si, en outre, cette équation admet la solution $x^2 + y^2 + z^2$, on sait que ρ et ρ_1 sont les paramètres des lignes de courbure de la surface $\Phi(x, y, z)$.

» Cette proposition peut être généralisée très facilement. Supposons que l'équation admettant les solutions x, y, z admet aussi comme solution particulière la fonction

$$\Omega(x, y, z) = \varphi_1(x) + \varphi_2(y) + \varphi_3(z),$$

les fonctions φ_1, φ_2, φ_3 étant quelconques.

» La condition pour que Ω soit une solution de (1) est facile à trouver; elle est, en effet

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} \frac{\partial x}{\partial \rho} \frac{\partial x}{\partial \rho_1} + \frac{\partial^2 \varphi_2}{\partial y^2} \frac{\partial y}{\partial \rho} \frac{\partial y}{\partial \rho_1} + \frac{\partial^2 \varphi_3}{\partial z^2} \frac{\partial z}{\partial \rho} \frac{\partial z}{\partial \rho_1} = 0. \tag{2}$$

» Écrivons maintenant

$$\frac{d^2 \varphi_1(x)}{dx^2} = \left[\frac{d\chi_1(x)}{dx}\right]^2, \qquad \frac{d^2 \varphi_2(y)}{dy^2} = \left[\frac{d\chi_2(y)}{dy}\right]^2, \qquad \frac{d^2 \varphi_3(z)}{dz^2} = \left[\frac{d\chi_3(z)}{dz}\right]^2.$$

» On a donc

$$\frac{\partial^2 \varphi_1}{\partial x^2} \frac{\partial x}{\partial \rho} \frac{\partial x}{\partial \rho_1} = \frac{\partial \chi_1}{\partial \rho} \frac{\partial \chi_1}{\partial \rho_1}, \qquad \ldots,$$

et (2) peut être écrit dans la forme

$$\frac{\partial \chi_1(x)}{\partial \rho} \frac{\partial \chi_1(x)}{\partial \rho_1} + \frac{\partial \chi_2(y)}{\partial \rho} \frac{\partial \chi_2(y)}{\partial \rho_1} + \frac{\partial \chi_3(z)}{\partial \rho} \frac{\partial \chi_3(z)}{\partial \rho_1} = 0,$$

c'est-à-dire que, si l'on fait les substitutions

$$X = \chi_1(x), \qquad Y = \chi_2(y), \qquad Z = \chi_3(z),$$

on trouvera une nouvelle surface sur laquelle les quantités ρ et ρ_1 sont les paramètres des lignes de courbure.

» D'autres théorèmes sont faciles à trouver. J'ajouterai seulement une remarque concernant les coefficients a et b de l'équation (1); elle est peut-être déjà connue, mais je ne l'ai pas rencontrée.

» On a, pour l'élément linéaire de la surface $\Phi = 0$,

$$ds^2 = e\,d\rho^2 + 2f\,d\rho\,d\rho^1 + g\,d\rho_1^2,$$

où

$$e = \mathbf{S}\left(\frac{\partial x}{\partial \rho}\right)^2, \qquad f = \mathbf{S}\frac{\partial x}{\partial \rho}\frac{dx}{\partial \rho_1}, \qquad g = \mathbf{S}\left(\frac{\partial x}{\partial \rho_1}\right)^2.$$

» En différentiant e par rapport à ρ_1 et g par rapport à ρ, en tenant compte de

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial \rho\,\partial \rho_1} = a\frac{\partial \theta}{\partial \rho} + b\frac{\partial \theta}{\partial \rho_1},$$
$$\theta = x, y, z,$$

on a

$$\frac{\partial e}{\partial \rho_1} = 2ae + 2bf,$$
$$\frac{\partial g}{\partial \rho} = 2af + 2bg,$$

d'où

$$a = \frac{g\dfrac{\partial e}{\partial \rho_1} - f\dfrac{\partial g}{\partial \rho}}{2(eg - f^2)},$$
$$b = \frac{e\dfrac{\partial g}{\partial \rho} - f\dfrac{\partial e}{\partial \rho_1}}{2(eg - f^2)}.$$

» Ces formules sont très simples, mais je ne les ai pas trouvées dans le Traité de Darboux.

» C'est-à-dire, si l'on écrit

$$X = \chi_1(x) = g(\rho, \rho_1),$$
$$Y = \chi_2(y) = h(\rho, \rho_1),$$
$$Z = \chi_2(z) = k(\rho, \rho_1),$$

X, Y, Z sont les coordonnées d'un point sur une nouvelle surface et ρ, ρ_1 sont les paramètres des lignes de courbure de cette surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Wladimir de Tannenberg**, présentée par M. Darboux.

« On sait que le problème de l'intégration d'un système d'équations aux dérivées partielles peut être considéré comme un cas particulier du problème général suivant :

» *Déterminer n fonctions $x_1, \ldots x_n$ de q variables indépendantes satisfaisant aux p équations aux différentielles totales*

$$\Theta_d^i = \sum_k \mathrm{X}_{ik}\, dx_k = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p), \tag{1}$$

où les X_{ik} sont des fonctions données de $x_1, \ldots, x_n$.

» On suppose qu'il est impossible de trouver des fonctions $x_1, \ldots, x_n$ de $(q+1)$ variables indépendantes satisfaisant aux mêmes équations. Le but de cette Note est d'indiquer une classe assez étendue de systèmes, tels que le système (1), pour lesquels la question précédente comporte une simplification.

» 1. Supposons qu'il existe un groupe de transformations à un paramètre t,

$$x_i = f_i(x_1^0, \ldots, x_n^0, \theta), \tag{2}$$

jouissant des propriétés suivantes :

» 1° Le système (1) est *invariant* par ces transformations.

» 2° Les fonctions de θ définies par les équations (2), quand on y considère $x_1^0, \ldots, x_n^0$ comme des constantes, satisfont identiquement aux équations (1).

» Dans ce cas, pour résoudre le problème, on est ramené à chercher des fonctions $x_1^0, \ldots, x_n^0$ de $(q-1)$ variables indépendantes satisfaisant identiquement au système

$$\sum_k \mathrm{X}_{ik}^0 dx_k^0 = 0, \qquad \text{où} \qquad \mathrm{X}_{ik}^0 = \mathrm{X}_{ik}(x_1^0, \ldots, x_n^0).$$

On peut donc dire que le problème est simplifié. Or, la recherche des transformations (2) se fait d'une manière fort simple. Soient

$$\frac{\delta x_i}{\delta\theta} = \xi_i(x_1, \ldots, x_n)$$

les équations différentielles qui les définissent. L'application de la théorie

des groupes de M. Sophus Lie (ou un raisonnement direct) montre immédiatement que les fonctions $\xi(x_1, \ldots, x_n)$ sont déterminées par les identités en $dx_1, \ldots, dx_n$

$$\delta\Theta_d^i = \lambda_{i1}\Theta_d^1 + \ldots + \lambda_{ip}\Theta_d^p, \qquad \Theta_\delta^i = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

ou bien

$$\text{(I)} \qquad \frac{\delta\Theta_d^i - d\Theta_\delta^i}{\delta\theta} = \lambda_{i1}\Theta_d^1 + \ldots + \lambda_{ip}\Theta_d^p, \qquad \Theta_\delta^i = 0.$$

Ce système *invariant* est analogue à un système étudié par M. Darboux dans son Mémoire sur le problème de Pfaff (¹).

» Les quantités ξ_k sont donc définies par des équations du premier degré, dont le nombre est supérieur à n. Pour que la simplification en question soit possible, il faut et il suffit que ce système du premier degré soit compatible.

» 2. Parmi les systèmes d'équations aux différentielles totales que nous venons de considérer, il convient de citer le suivant bien classique

$$\text{(3)} \qquad df = 0, \qquad dz - p\,dx - q\,dy = 0,$$

où f est une fonction de x, y, z, p, q. La méthode d'intégration, fournie par les considérations qui précèdent, coïncide au fond avec la méthode de Cauchy, perfectionnée par M. Darboux.

» Considérons encore le système

$$\text{(4)} \quad \begin{cases} df = 0, \qquad dg = 0, \\ dz - p\,dx - q\,dy = 0, \qquad dp - r\,dx - s\,dy = 0, \qquad dq - s\,dx - t\,dy = 0, \end{cases}$$

où f et g sont des fonctions de x, y, z, p, q, r, s, t. Le système (I) devient ici, en désignant par $\rho, \rho', \sigma, \sigma'$ des inconnues auxiliaires :

$$\frac{\delta x}{\delta\theta} = R\rho + R'\rho' = S\sigma + S'\sigma', \qquad T\rho + T'\rho' = 0,$$

$$\frac{\delta y}{\delta\theta} = S\rho + S'\rho' = T\sigma + T'\sigma', \qquad R\sigma + R'\sigma' = 0,$$

$$\frac{\delta z}{\delta\theta} = -\left(\frac{df}{dx}\right)\rho - \left(\frac{dg}{dx}\right)\rho',$$

$$\frac{\delta s}{\delta\theta} = -\left(\frac{df}{dy}\right)\rho - \left(\frac{dg}{dy}\right)\rho' = -\left(\frac{df}{dx}\right)\sigma - \left(\frac{dg}{dx}\right)\sigma',$$

$$\frac{\delta t}{\delta\theta} = -\left(\frac{df}{dy}\right)\sigma - \left(\frac{dg}{dy}\right)\sigma',$$

$$\delta z - p\,\delta x - q\,\delta y = 0, \qquad \delta p - r\,\delta x - s\,\delta y = 0, \qquad \delta q - s\,\delta x - t\,\delta y = 0.$$

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*; 1882.

Les quantités R, S, T, R', S', T' désignent respectivement les dérivées partielles de f et g par rapport à r, s, t; enfin, suivant l'usage,

$$\left(\frac{d\varphi}{dx}\right) = \frac{\partial\varphi}{\partial x} + p\frac{\partial\varphi}{\partial z} + r\frac{\partial\varphi}{\partial p} + s\frac{\partial\varphi}{\partial q},$$
$$\left(\frac{d\varphi}{dy}\right) = \frac{\partial\varphi}{\partial y} + q\frac{\partial\varphi}{\partial z} + s\frac{\partial\varphi}{\partial p} + t\frac{\partial\varphi}{\partial q}.$$

Les conditions pour que le système (4) fasse partie de la classe considérée sont exprimées par l'identité en u_1, u_2, u_3, u_4

$$\rho f_2 + \rho' g_2 = \sigma f_1 + \sigma' g_1,$$

où l'on a posé

$$\varphi_1 = \left(\frac{d\varphi}{dx}\right) + \frac{\partial\varphi}{\partial r}u_1 + \frac{\partial\varphi}{\partial s}u_2 + \frac{\partial\varphi}{\partial t}u_3,$$
$$\varphi_2 = \left(\frac{d\varphi}{dy}\right) + \frac{\partial\varphi}{\partial r}u_2 + \frac{\partial\varphi}{\partial s}u_3 + \frac{\partial\varphi}{\partial t}u_4.$$

Le système (4) se confond alors avec celui qui a été récemment l'objet d'une remarque élégante de M. Goursat (¹).

» Enfin l'on voit sans calcul, en utilisant la propriété d'invariance du système (I), que les équations

$$\frac{\delta x_i}{\delta x_n} = \frac{\xi_i}{\xi_n} \qquad i = 1, 2, \ldots (n-1)$$

font connaître un changement de variables

$$x_i = \varphi_i(y_1, \ldots, y_{n-1}, x_n)$$

transformant le système (1) en un système

$$\sum_k Y_{ik}\, dy_k = 0, \qquad \text{où} \qquad \frac{\partial Y_{ik}}{\partial x_n} = 0.$$

» Les systèmes (1), de la classe considérée, sont donc identiques au fond à ceux qui ont été étudiés par M. Hamburger (²) dans ses savantes recherches sur le problème de Pfaff. Il m'a semblé toutefois qu'il y avait intérêt, pour la simplicité de la théorie, à adopter le point de vue auquel nous nous sommes placé. Les considérations qui précèdent montrent, une fois de plus, comment les notions si simples introduites en Analyse par M. Lie permettent de donner une origine commune à des recherches en apparence fort distinctes. »

(¹) *Comptes rendus*, 11 mars 1895.
(²) *Journal de Crelle*, 1892.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« On peut établir le théorème suivant :

» *Étant donnée une équation linéaire aux dérivées partielles à coefficients analytiques, toute intégrale analytique de cette équation est donnée par la formule*

$$z = \int_0^{2\pi} \theta(x_1, x_2, \ldots, x_n; a_1, a_2, \ldots, a_n, r, \alpha) f(\alpha)\, d\alpha.$$

» Dans cette formule $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont les variables; θ est une intégrale particulière dépendant de $n+2$ constantes $a_1, a_2, \ldots, a_n, r, \alpha$, dont on sait calculer, par les méthodes de Cauchy, un développement en série; $f(\alpha)$ est une fonction réelle arbitraire de la variable réelle α, admettant la période 2π et ayant des dérivées de tout ordre dans tout intervalle.

» L'ordre de l'équation considérée est d'ailleurs quelconque. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le mouvement des projectiles dans l'air.* Note de M. **Chapel.**

« Ainsi que je l'ai indiqué dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 10 décembre 1894), il est maintenant établi que l'expression linéaire $R = a(v - h)$, que j'avais proposée à la suite des expériences russes et anglaises (1875) pour représenter la loi de résistance de l'air, peut être étendue jusqu'aux plus hautes vitesses expérimentées, soit jusqu'à 1100^{m} environ. Il devient dès lors intéressant d'établir les équations du mouvement des projectiles en partant de cette loi.

» Au moyen de l'artifice introduit par Didion et modifié par Saint-Robert et par M. Siacci, on obtient facilement, en fonction des éléments initiaux (*voir* vitesse initiale, φ angle de projection) de la vitesse v et du coefficient balistique C, l'expression, sous forme finie, de l'abscisse x de la trajectoire, de l'inclinaison θ et de la durée du trajet t, savoir :

$$(1)\qquad x = K\left[V - u + h\,\mathfrak{L}\frac{V-h}{u-h}\right],$$

$$(2)\qquad \operatorname{tang}\theta = \operatorname{tang}\varphi - \frac{2gK}{h}\,\mathfrak{L}\frac{u(V-h)}{V(u-h)},$$

$$(3)\qquad t = K\,\mathfrak{L}\frac{V-h}{u-h},$$

$$\left(u,\ \text{vitesse altérée} = v\frac{\cos\theta}{\cos\varphi}, \qquad K = \frac{4C}{g\pi a}\right).$$

» L'équation de la trajectoire seule renferme une quadrature non réductible aux fonctions simples, mais j'ai pu l'en débarrasser en remarquant que, dans l'intervalle de vitesses considéré (de 300^m à 1100^m), cette intégrale peut être représentée par un arc d'hyperbole avec le même degré d'exactitude que l'expression $R = a(v - h)$ représente elle-même les valeurs expérimentales de la résistance.

» Cette substitution conduit à l'équation suivante de la trajectoire

$$(4) \qquad y = x \operatorname{tang} \varphi - \frac{k}{2\cos^2\varphi}\left[\frac{\alpha k(V-u)}{(V-\beta)(u-\beta)x} - \gamma \mathcal{L} \frac{\delta V}{V-h}\right],$$

α, β, γ, δ étant des paramètres dépendant, comme a et h, des valeurs de la série expérimentale considérée.

» Ces quatre formules renferment la solution complète du problème balistique, pour le tir de plein fouet, dans l'intervalle de vitesses de 300^m à 1100^m. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'extension à la magnésie d'une méthode de synthèse de fluorures et de silicates.* Note de M. **A. Duboin**, présentée par M. Troost.

« *Fluorures doubles de magnésium et de potassium.* — En essayant d'appliquer à la magnésie et à la glucine la méthode qui, avec l'alumine, m'avait donné la cryolithe potassique et la leucite [1], j'ai été amené à trouver un mode opératoire qui, dans le cas de la magnésie et de la glucine, donne des produits très bien cristallisés.

» J'ai fondu et amené à la température du rouge vif dans un creuset de platine du fluorure de potassium provenant de la calcination du fluorhydrate de fluorure; j'ai projeté par petites portions, dans le sel fondu, de la magnésie calcinée.

» Contrairement à ce qui se passait avec l'alumine, la magnésie se dissout peu à peu. (Il en est de même de la glucine, ce qui rapproche ces deux bases.) J'ai laissé refroidir lentement et repris le culot par l'eau; il restait un produit cristallisé en prismes quadratiques très aplatis et ayant pour formule $MgFl^2$, KFl.

» Ayant établi ainsi que la magnésie déplace la potasse dans le sel fondu, dans des conditions différentes et en donnant un produit différent de celui obtenu par M. Tis-

(1) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1363; 1892.

sier (¹) par action de la magnésie sur le fluorure de sodium en présence de l'eau, j'ai cherché à obtenir d'autres fluorures doubles en suivant la méthode qui m'a donné la cryolithe potassique et en faisant varier les proportions des produits employés.

» J'ai chauffé du fluorhydrate de fluorure de potassium avec de la magnésie : l'acide fluorhydrique, provenant de la dissociation du sel, attaque la magnésie avec incandescence : la réaction terminée, on fond la masse et l'on achève l'expérience comme précédemment.

» Lorsque la quantité de magnésie employée est faible, on retrouve le fluorure précédent, $MgFl^2, KFl$, véritable carnallite fluorée, qui se présente sous forme de lamelles d'un éclat nacré.

» D à 0° = 2,8. Minéral quadratique à un axe négatif, aplati suivant la base. Deux clivages visibles.

» Il est attaquable par l'acide sulfurique, ce qui permet d'en faire l'analyse. L'acide chlorhydrique en chasse complètement l'acide fluorhydrique et cette propriété m'a permis d'effectuer facilement des dosages de potasse par la méthode de Corenwinder et Contamine sur le produit de cette réaction.

» Le fluor a été dosé par différence.

	Trouvé.				
	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
Magnésium	19,73	19,35	19,79	19,97	20,00
Potassium	32,32	32,40	32,19	32,24	32,50
Fluor (par différence)...	47,95	48,25	48,02	47,79	47,50

» Lorsque la quantité de magnésie employée croît, le culot repris par l'eau abandonne une grande quantité du produit précédent; les cristaux les plus ténus sont d'une très grande pureté (analyses III et IV); il s'est en même temps formé une masse transparente très cohérente, clivable, que des lavages prolongés à l'eau bouillante ne désagrègent pas et paraissent décomposer faiblement : les eaux de lavage deviennent troubles; filtrées, elles donnent, avec le chlorhydrate d'ammoniaque et l'ammoniaque, après agitation, un précipité très faible de phosphate ammoniaco-magnésien.

» D à 0° = 2,7. Ce produit s'attaque par l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. L'analyse (sur laquelle on peut constater la décomposition partielle par l'eau) lui assigne la formule $MgFl^2, 2KFl$. Il correspond,

(¹) *Comptes rendus*, t. XC, p. 830; 1880.

par conséquent, au produit obtenu par M. Tissier avec le fluorure de sodium :

	Trouvé.		Calculé.
Magnésium	14,11	14,13	13,483
Potassium	42,39	42,39	43,820
Fluor (par diff.)	43,50	43,48	42,697

» On obtient des produits analogues, parfaitement cristallisés, où le fluor est remplacé partiellement par du chlore, en refondant le culot provenant d'une des expériences précédentes, dans le chlorure de potassium.

» La manière dont la magnésie se comporte dans ces expériences, les deux produits obtenus, rapprochent la glucine de cette base pour l'éloigner de l'alumine.

» *Silicate de magnésie et de potasse.* — En ajoutant de la silice à la magnésie dissoute dans le fluorure de potassium, laissant refroidir et reprenant par l'eau, on ne retrouve qu'un mélange de silice et de fluorure $MgFl^2$, KFl. Le résultat est le même lorsque l'on refond le culot en présence de chlorure de potassium.

» J'ai pu obtenir un produit très bien cristallisé en opérant de la manière suivante :

» On dissout dans du fluorure de potassium fondu une partie de magnésie et quatre parties de silice; lorsque la dissolution est achevée, ce qui demande toujours un certain temps, on laisse refroidir. On refond le culot avec du chlorure de potassium, ce qui donne un liquide limpide qu'on abandonne pendant trois jours à une température variant du rouge sombre au rouge clair. Le creuset se tapisse d'une croûte cristalline qui va en croissant. Au bout de soixante-douze heures, on laisse refroidir et l'on reprend par l'eau. On obtient un mélange de produits très différents.

» Au moyen de l'appareil de M. Thoulet et de la solution de biiodure de mercure dans l'iodure de potassium, j'ai isolé :

» 1° Un produit léger, mais en quantité trop faible pour en faire une analyse complète : il est constitué par un silicate contenant du chlore et du fluor : il affecte des formes rectangulaires; deux clivages à angle droit visibles sur la face d'aplatissement. Extinction longitudinale. La face d'aplatissement est perpendiculaire à n_p. L'angle des axes est très voisin de 90°; cependant n_p paraît bissectrice aiguë. Biréfringence à peu près celle du quartz.

» 2° Un produit plus lourd (d à $0° = 2,55$). Ce dernier est cristallisé dans le système hexagonal, à axe négatif, aplati suivant la base.

» Il est facilement attaquable par les acides et est constitué par un silicate double de formule $MgO, K^2O, 3SiO^2$. Ce serait un sel de l'hydrate silicique $3SiO^2, 2H^2O$.

	Trouvé.		Calculé.
Silice	56,78	57,01	57,32
Magnésie	12,59	13,27	12,74
Potasse	29,83	29,17	29,94
	99,20	99,45	100,00

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de préparation de l'acide chloroplatineux et de ses sels.* Note de M. **Léon Pigeon**, présentée par M. Troost.

« Pour préparer l'acide chloroplatineux, on utilise d'ordinaire la décomposition que subissent l'acide chloroplatinique ou ses sels sous l'influence de divers réducteurs. Cette réduction doit faire perdre à la molécule $PtCl^6H^2$ deux atomes de chlore : l'acide chloroplatineux prend alors naissance.

» Pour opérer cette réaction, on emploie fréquemment l'acide sulfureux. La couleur jaune d'or de la liqueur initiale fait bientôt place à une couleur rouge analogue à celle du vin vieux. On observe avec grand soin ce changement de teinte; c'est d'après lui qu'on juge que la réaction avance. Il importe de rendre la réaction complète, en évitant un excès d'acide sulfureux. En arrêtant la réaction trop tôt, on ne transforme pas la totalité de la matière; en poussant l'action trop loin on rencontre une difficulté plus grave : la réduction dépasse alors celle que l'on voulait obtenir, et le platine passe à un état de chloruration inférieur. La liqueur prend dans ce cas une teinte brune très foncée et donne des produits incristallisables. La préparation est alors perdue, et le platine doit passer aux résidus. L'opération ainsi faite exige donc une surveillance attentive.

» D'autres réducteurs ont été proposés pour le même usage, notamment le chlorure cuivreux, employé par M. Thomsen, le bisulfite et l'hypophosphite de potasse, que M. Carey Lea recommande dans un travail récent. Quand on emploie ces méthodes, la liqueur contient, après la réaction faite, des sels étrangers qu'il faut éliminer par des cristallisations.

» On fait disparaître ces difficultés en employant une méthode nouvelle, dont ce travail contient l'exposé.

» Le réducteur dont on fait usage est pris sous un poids égal au poids théorique qui doit réagir. La réaction se produit en totalité, sans qu'elle puisse être dépassée; elle ne demande donc aucune surveillance. Enfin elle ne laisse dans la dissolution, une fois la transformation faite, aucune matière soluble autre que le produit que l'on prépare.

» L'acide chloroplatinique que l'on veut transformer est pesé tout d'abord. Les cristaux qu'il donne, lorsque sa dissolution s'évapore, répondent, comme on sait, à la formule $PtCl^6H^2 + 6H^2O$. Une molécule de ce produit (517gr) est saturée exactement par une molécule de carbonate de baryte pur et sec (197gr) que l'on pèse avant de le faire réagir. La liqueur contient alors en dissolution uniquement du chloroplatinate de baryte. On pèse alors une molécule de dithionate de baryte [1] cristallisé ($S^2O^6Ba + 2H^2O = 333$gr). On dissout cette matière dans trois fois son poids d'eau chaude. On mélange les deux liqueurs dans un ballon fermé incomplètement par un bouchon de verre, pour éviter une évaporation trop forte. On chauffe ce ballon à 100° au bain-marie pendant vingt-quatre heures. La liqueur se modifie graduellement et, de jaune qu'elle était, prend la teinte rouge des chloroplatinites. En même temps il s'y forme un dépôt blanc de sulfate de baryte.

» La réaction peut être représentée comme il suit :

$$PtCl^6Ba + S^2O^6Ba + 2H^2O = PtCl^4H^2 + 2HCl + 2SO^4Ba.$$

» Toute la baryte est passée à l'état insoluble. Du réactif employé il ne reste rien dans la liqueur : elle ne contient plus, avec l'acide chloroplatineux, que de l'acide chlorhydrique qui est sans inconvénient. La dissolution de cet acide, soumise à l'évaporation, ne cristallise pas : le fait a été indiqué par Nilson : j'en ai vérifié l'exactitude. Il vaut mieux employer la solution à la préparation du sel de potasse qui forme de beaux cristaux. On ajoutera donc à la liqueur deux molécules de chlorure de potassium (149gr). Pendant cette addition de chlorure alcalin, la liqueur ne doit pas précipiter; toutefois, on peut obtenir à ce moment, si la température de 100° n'a pas été assez longtemps maintenue, de petites quantités de chloroplatinate de potasse, jaune, insoluble, qui se trouvent ainsi éliminées. La proportion en est minime lorsque la réaction est bien conduite.

» La préparation ainsi faite est simple et certaine. On y fait usage de l'hyposulfate de baryte qui se conserve à l'air sans altération, avantage que n'ont pas les sulfites.

» Ce traitement permettra d'obtenir commodément le chloroplatinite de potasse, devenu usuel en Photographie. Le rendement, comme je l'ai vérifié par des pesées, est presque égal à celui que prévoit la théorie. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'acétylure de calcium.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. M. Moissan ayant bien voulu me confier un échantillon d'acétylure de calcium pur, préparé au four électrique, et m'autoriser à en déterminer

[1] Ce sel classique est l'hyposulfate de baryte de Gay-Lussac et Welter.

la chaleur de formation, j'ai dissous directement ce carbure dans une dissolution d'acide chlorhydrique ($36^{gr},5 = 2^{l}$). Il y a formation de chlorure de calcium qui reste dissous, tandis que l'acétylène se dégage.

» La réaction avait lieu dans un appareil analogue à celui que j'ai décrit pour la dissolution des métaux alcalins dans les différents alcools ([1]). C'est un ballon en verre mince pouvant contenir 150^{cc}; il porte un long serpentin formé d'un tube de verre enroulé autour du ballon et terminé par une partie extérieure qui communique avec un tube abducteur pour recueillir les gaz sur le mercure. Le ballon contient la quantité d'acide nécessaire pour la dissolution du carbure supposé pur. Un dispositif particulier permet de maintenir le carbure, pesé exactement, au-dessus de la liqueur acide pendant la période préliminaire de l'expérience calorimétrique, et de l'y plonger au moment voulu par la manœuvre d'un tube extérieur. Tout l'appareil est placé dans l'eau d'un calorimètre de 1^{lit}, contenant 700^{gr} d'eau. La masse totale en eau de tout le système est de 800^{gr} environ.

» L'expérience dure de quinze à vingt minutes.

» On ne peut apprécier qu'approximativement la quantité du carbure employé par la pesée directe, car il contient toujours 2 à 3 pour 100 de carbone qui reste insoluble. On en a une évaluation plus exacte par le volume d'acétylène dégagé, gaz dont on vérifie la pureté, ou bien par la pesée du résidu du carbone insoluble dont le poids est retranché du poids de la matière employée. Mais j'accorde plus de confiance à la détermination exacte du titre acide de la liqueur finale du ballon (laquelle est toujours un peu acide lorsqu'on a mis la quantité d'acide équivalente au poids du carbure supposé pur). Ce titre acide permet de calculer le poids du carbure réellement dissous.

» D'ailleurs ces trois derniers procédés ont fourni des résultats assez concordants.

» J'ai trouvé ainsi, à $+13^{o}$

C^2Ca sol. + $2HCl(36^{gr},5 = 2^{lit}) = C^2H^2$ gaz + $CaCl^2$ dissous dans 4^{lit}.... $+58^{Cal},25$

comme moyenne de deux expériences qui ont donné +58,37 et +58,13.

» II. Pour en déduire la chaleur de formation de l'acétylure de calcium, il faut tenir compte :

» De la chaleur de formation de l'acétylène, soit :

$-58^{Cal},1$ à partir de C^2 diamant

ou

$-51^{Cal},5$ à partir de C^2 amorphe,

d'après les dernières déterminations de MM. Berthelot et Matignon ([2]),

---

([1]) *Ann. Chim. Phys.* (6e série, t. XI; 1887).

([2]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1333.

de la réaction

$$\text{Ca sol.} + 50^{\text{lit}} \text{ d'eau} = \text{CaO}^2\text{H}^2 \text{ dissous} + \text{H}^2 \text{ gaz} \ldots\ldots \quad + 81^{\text{Cal}},1$$

enfin de la chaleur de neutralisation

$$\text{CaO}^2\text{H}^2 \text{ dissous dans } 50^{\text{lit}} + 2\text{HCl dissous dans } 4^{\text{lit}} \ldots. \quad + 28^{\text{Cal}}$$

» Il n'y a pas lieu de se préoccuper de la différence de dilution des liqueurs finales provenant de ce que, dans mes expériences, $CaCl^2$ est dissous dans 4^{lit} au lieu de 54^{lit}, car j'ai vérifié que le passage de l'une à l'autre ne produit pas d'effet thermique appréciable.

» On trouve ainsi :

$$\text{C}^2 \text{ diamant } + \text{Ca sol.} = \text{C}^2\text{Ca sol} \ldots\ldots \quad -7^{\text{Cal}},25$$
$$\text{C}^2 \text{ amorphe } + \text{Ca sol.} = \text{C}^2\text{Ca sol} \ldots\ldots \quad -0^{\text{Cal}},65$$

» Il en résulte que, comme l'acétylène lui-même, l'acétylure de calcium est formé avec absorption de chaleur à partir des éléments.

» On connaît l'hypothèse proposée par M. Berthelot pour expliquer la formation directe de l'acétylène : l'arc électrique aurait pour effet de volatiliser le carbone qui, à l'état gazeux, se combinerait à l'hydrogène avec dégagement de chaleur. La chaleur de volatilisation du C^2 diamant serait donc supérieure à $58^{\text{Cal}},1$; d'après certains calculs, elle devrait atteindre $42,1 \times 2$ ou $84^{\text{Cal}},2$ pour C^2 diamant et $38,8 \times 2$ ou $77^{\text{Cal}},6$ pour C^2 amorphe; de sorte que, en réalité, l'acétylène serait formé avec un dégagement de chaleur de $+26^{\text{Cal}},1$ à partir de C^2 gazeux. Si l'on adopte ces nombres on aurait, pour la chaleur de formation de l'acétylure de calcium :

$$+84,2 - 7,25 = +76^{\text{Cal}},95$$

à partir du calcium solide et du carbone gazeux, c'est-à-dire dans les conditions de sa préparation au four électrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide o-aminobenzoïque sur la benzoquinone.* Note de MM. **J. Ville** et **Ch. Astre**, présentée par M. Friedel.

« Différents auteurs (Zincke, Hebebrand, Knapp) ont étudié l'action des amines sur les quinones, en étendant leurs recherches à certaines amines à fonctions mixtes (amino-phénols, nitranilines), à l'effet de savoir si les quinones doivent toutes être considérées comme des diacétones.

» Il nous a paru intéressant d'étudier, dans le même but, l'action des amines-acides. Nous indiquons, dans cette Note, les résultats obtenus en faisant agir l'acide *o*-aminobenzoïque sur la benzoquinone.

» 1° *Action en liqueur alcoolique*. — Lorsqu'on mélange des solutions alcooliques d'acide *o*-aminobenzoïque et de benzoquinone, on obtient une liqueur colorée en rouge pourpre et, après quelques heures, on observe la formation d'un précipité rouge brun cristallisé. Si le mélange s'opère à chaud, ce produit apparaît très rapidement. On maintient au bain-marie pendant cinq à six heures et, après refroidissement, le précipité recueilli sur un filtre est lavé, d'abord à l'alcool, puis à l'eau, jusqu'à ce que cette dernière passe incolore. Le meilleur rendement est réalisé en opérant en solutions alcooliques à 50° et dans les proportions de 1^{mol} d'acide *o*-aminobenzoïque pour $1^{mol},5$ de benzoquinone. L'analyse a donné, en centièmes :

	Trouvé				Calculé pour
	I.	II.	III.	IV.	$C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2$.
C......	62,99	63,04	»	»	63,50
H......	4,22	4,03	»	»	3,70
Az.....	»	»	7,86	7,42	7,41
O......	»	»	»	»	25,39

» Ces nombres répondent à la composition d'un corps de constitution analogue à celle des composés que fournissent, dans les mêmes conditions, les amines primaires à fonctions simples. Le corps obtenu peut être considéré comme dérivant de la benzoquinone par la substitution de deux groupes $AzH.C^6H^4.CO^2H$ de l'acide aminobenzoïque à 2H, une partie de la quinone se transformant en hydroquinone. Cette dernière a pu, en effet, être retirée des eaux-mères sous la forme de prismes incolores, facilement solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther et fusibles à 169°. La réaction peut donc être exprimée par la formule suivante

$$2(AzH^2.C^6H^4.CO^2H) + 3C^6H^4O^2 = C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4CO^2H)^2 + 2C^6H^4(OH)^2,$$

et le corps ainsi obtenu peut être désigné sous le nom d'*acide quinone-di-o-aminobenzoïque*.

» Ce corps se présente en minces lamelles microscopiques, d'un rouge brun, isolées ou réunies en faisceaux, insolubles dans le benzène et la ligroïne, à peine solubles dans l'eau, l'éther, le chloroforme, faiblement solubles dans l'alcool. L'acide sulfurique le dissout en donnant une liqueur colorée en rouge de sang, d'où l'addition d'eau le précipite inaltéré sous la forme d'un magma rouge brun.

» Ce corps présente une réaction faiblement acide; il décompose lentement les carbonates avec dégagement de gaz carbonique, surtout quand on opère à chaud. Les bases alcalines le dissolvent très facilement en donnant des liqueurs de couleur rouge brun foncé. Ces dissolutions se troublent et donnent un précipité brun amorphe quand on les soumet à un courant de gaz carbonique; toutefois la précipitation est incomplète et la liqueur qui surnage reste fortement colorée.

» Les bases alcalino-terreuses et les amines se comportent comme les alcalis. Les solutions obtenues avec l'eau de chaux et l'eau de baryte, exposées à l'air, se recouvrent, après un certain temps, d'une croûte de carbonate avec précipitation correspondante du corps primitif.

» L'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque devient pâteux vers 325°, puis se décompose sans fondre et se charbonne; parmi les produits de décomposition, on trouve de l'aniline et de l'acide benzoïque qui se dépose en lamelles cristallines sur les parties froides du tube dans lequel on opère.

» 2° *Action en liqueur acétique.* — Le mélange de solutions chaudes d'acide *o*-aminobenzoïque et de benzoquinone dans l'acide acétique glacial donne une liqueur colorée en un rouge brun intense et l'on observe, après quelques instants, la formation d'un précipité cristallin. On maintient au bain-marie bouillant pendant douze heures environ, on jette sur un filtre et on lave le précipité d'abord à l'acide acétique glacial que l'on réunit aux eaux-mères, puis successivement à l'acide étendu au dixième et à l'eau, en rejetant les liquides provenant de ces deux derniers lavages.

» Le produit cristallin ainsi obtenu se présente au microscope en faisceaux de fines aiguilles. L'analyse de ce corps et l'étude de ses propriétés nous ont montré qu'il est identique au composé formé en liqueur alcoolique, à l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque.

» Les eaux-mères acétiques, très fortement colorées en rouge brun, abandonnent, par évaporation au bain-marie, un corps pâteux, lequel, par le refroidissement, se prend en une masse dure noirâtre. Ce produit, bien lavé à l'eau bouillante et desséché, se présente sous la forme d'un corps noir insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool. Il se ramollit au-dessous de 100° et fond vers 145° en un liquide noir épais. L'analyse a donné, en centièmes :

	Trouvé.			Calculé pour $C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} O. \\ Az.C^6H^4.CO^2H. \\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2. \end{array} \right.$
	I.	II.	III.	
C......	64,91	65,03	»	65,19
H......	4,12	4,25	»	3,82
Az.....	»	»	8,75	8,45
O......	»	»	»	22,54

» Ces nombres répondent à la composition d'un corps de constitution analogue à celle des composés obtenus par Zincke et Hebebrand avec les amines à fonctions simples et dans lesquels, en dehors de 2H de la quinone substitués par deux groupes AzH.R', un oxygène quinonique se trouve remplacé, *comme dans les diacétones*, par un radical divalent $(AzR')''$.

» Le produit obtenu peut ainsi être exprimé par la formule

$$C^6H^2 \left\{ \begin{array}{l} O, \\ Az.C^6H^4.CO^2H, \\ (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2. \end{array} \right.$$

» L'acide *o*-aminobenzoïque se comporte donc, vis-à-vis de la benzoquinone, à la façon des amines primaires à fonctions simples. La formation du produit retiré des eaux-mères acétiques montre, comme le composé analogue, la *dianilidobenzoquinone-anilide,* obtenu avec l'aniline, que la benzoquinone présente certaines propriétés communes avec les diacétones.

» L'un de nous se propose de poursuivre cette étude, en l'étendant aux autres quinones et à d'autres amines-acides.

» Nous indiquerons, dans une prochaine Note, certains dérivés de l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Variations des matières sucrées pendant la germination de l'orge.* Note de M. **P. Petit.**

« O. Sullivan et plus récemment M. Lindet (*Bulletin de la Société chimique,* t. XI, p. 18) ont montré qu'il se formait du saccharose pendant la germination de l'orge; Morris, Faïs et Falowetz ont également constaté la présence de ce sucre dans le malt.

» J'ai opéré sur deux lots d'une même orge de Champagne; une partie du lot, 60 quintaux, a été trempée cent vingt heures, avec une absorption d'eau de 46 pour 100, et ensuite traitée en neuf jours au germoir. L'autre portion, de 80 quintaux, a été trempée quatre-vingt-seize heures et germée dans les cases de l'appareil Saladin. On a pris chaque jour un échantillon des deux malts verts, puis à la fin des malts secs, y compris les radicelles. Les malts verts étaient portés brusquement dans une étuve à 45° pour arrêter toute germination; après dessiccation, ils étaient soumis à l'extraction par l'alcool, celui-ci distillé; le résidu repris par l'eau bouillante, évaporé encore, puis redissous dans l'eau après filtration pour éliminer les matières grasses; le liquide étant amené à 100°, on fait le dosage du sucre réducteur à la liqueur de Fehling et par pesée, le résultat étant exprimé en glucose. On invertit ensuite par 10 pour 100 d'acide chlorhydrique, en mettant dix minutes exactement pour arriver à 67°-68°. Après neutralisation, on dose de nouveau le sucre réducteur en glucose.

» Les résultats sont rapportés à 1000 grains d'orge.

» On a trouvé pour l'orge et pendant la trempe :

	Orge.	Premier jour.	Deuxième jour.	Troisième jour.	Quatrième jour.	Cinquième jour.
Sucre réducteur en glucose.	24^{mgr}	29^{mgr}	30^{mgr}	31^{mgr}	32^{mgr}	39^{mgr}
Saccharose...............	$214^{mgr},7$	230^{mgr}	$260^{mgr},3$	307^{mgr}	$384^{mgr},8$	$406^{mgr},6$

» Nous voyons que la proportion de sucre réducteur ne varie que d'une façon insignifiante pendant la trempe, tandis que la quantité de saccharose augmente constamment et devient presque double du taux primitif.

» Pendant la trempe, il se produit donc déjà une transformation de l'amidon.

» La suite de la germination conduit aux chiffres suivants en milligrammes pour 1000 grains; on y a joint le pouvoir diastasique suivant Hayduck.

	Germoir.			Saladin.		
Jours.	Glucose.	Saccharose.	Pouvoir diastasique.	Glucose.	Saccharose.	Pouvoir diastasique.
1.........	48	413	0	57	403	0
2.........	86	420	0	84	435	0
3.........	187	426	0	172	457	0
4.........	269	433	564	234	462	525
5.........	319	437	225	287	464	195
6.........	363	453	143	341	469	125
7.........	394	476	83	379	489	66
8.........	417	542	34	409	553	31
9.........	402	642	31	397	651	28
Touraillé..	330	782	150	324	826	100

» La proportion de sucre réducteur augmente constamment jusqu'au neuvième jour. Mais l'accroissement, par vingt-quatre heures, est maximum du deuxième au troisième jour. Il y a une chute du huitième au neuvième jour et plus forte encore après le touraillage. Il semble donc qu'il y ait une relation entre la proportion de sucre réducteur et l'activité de la respiration, puisqu'à la fin de la germination l'on procède à un fanage, et que sur la touraille, l'élévation de température augmente aussi la dose d'acide carbonique dégagé. Dans l'appareil Saladin, où la ventilation continue assure une respiration régulière, on remarque que le taux de sucre réducteur est constamment plus faible que dans l'orge provenant du germoir.

» Le saccharose augmente aussi d'une façon continue, mais avec une période d'accroissement très lent du troisième au sixième jour pour le système et du premier au cinquième jour pour le germoir : la quantité de saccharose est d'ailleurs constamment plus forte pour le maltage pneumatique.

» Enfin la diastase ne fait son apparition d'une façon sensible qu'au quatrième jour, et le malt pneumatique est toujours plus riche en diastase

que l'orge traitée au germoir. Cette différence est très nette pour le malt touraillé.

» Nous pouvons conclure de ces essais qu'il y a une relation entre les quantités de sucre réducteur et de saccharose existant dans l'orge pendant sa germination; en second lieu, que la formation de saccharose commence même pendant la trempe, tandis que le sucre réducteur ne varie pas sensiblement dans la même période; enfin que la variation du pouvoir réducteur représente l'activité de la respiration.

» Au point de vue pratique, le maltage pneumatique donne une respiration plus régulière, et un malt plus riche en diastase, même après touraillage (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédé chimique d'épuration des eaux.* Note de MM. **F. Bordas** et **Ch. Girard**, présentée par M. Friedel.

« Le dosage des matières organiques par le permanganate de potasse a suggéré à de nombreux auteurs l'idée d'employer le permanganate de potasse pour purifier les eaux destinées à l'alimentation; mais l'emploi de ce sel ne s'est pas généralisé, parce qu'il présentait des inconvénients graves et dont le moindre était la présence de la potasse dans les eaux traitées de la sorte.

» Dans les recherches que nous avons faites sur l'action des permanganates alcalins sur les matières organiques, nous avons été amenés à nous occuper plus particulièrement du permanganate de chaux dont les propriétés oxydantes sont, en effet, beaucoup plus énergiques que celles du permanganate de potasse et qui a, en outre, l'avantage de ne pas introduire dans l'eau d'alimentation des principes minéraux étrangers.

» Le permanganate de chaux est un sel cristallisé en très belles aiguilles violettes, déliquescentes, qui se décompose très rapidement au contact de matières organiques en oxygène, oxyde de manganèse et chaux.

» L'acide carbonique, soit dissous dans l'eau, soit formé par l'oxydation de matières organiques, facilite cette décomposition.

» Cette action a lieu à froid en raison de cette facile décomposition du permanganate de chaux et aussi par le fait de la grande affinité de l'acide carbonique pour la chaux; il en résulte que l'acide permanganique mis en

(1) Travail fait à l'École de Brasserie de la Faculté des Sciences de Nancy.

liberté attaque immédiatement et à froid la matière organique et se transforme en oxyde de manganèse.

» Pour l'utilisation du permanganate de chaux dans la purification des eaux d'alimentation, il est nécessaire d'enlever l'excès de permanganate de chaux et de rendre le liquide incolore.

» Nous avons songé à employer, à cet effet, des oxydes inférieurs de manganèse qui réduisent le permanganate de chaux en excès en se transformant en bioxyde de manganèse.

» Ce bioxyde de manganèse par le contact des matières organiques contenues dans l'eau, ou encore par le charbon qu'on peut mélanger aux sels inférieurs de manganèse pour l'agglomérer sous une forme quelconque, se réduit en oxydes inférieurs transformables à nouveau en bioxydes de manganèse, au contact du permanganate de chaux en excès.

» En résumé, l'action du permanganate de chaux et des oxydes inférieurs de manganèse sur les matières organiques contenues dans l'eau a lieu de la manière suivante :

» 1° Décomposition du permanganate de chaux en présence des matières organiques avec formation de carbonate de chaux, d'oxydes de manganèse ;

» 2° Oxydation dans la masse composée de charbon et d'oxyde de manganèse de ces oxydes inférieurs de manganèse (inférieurs au bioxyde) aux dépens de l'excès de permanganate de chaux ;

» 3° Enfin, réduction lente du peroxyde de manganèse ainsi formé par les matières organiques ou par le charbon lui-même.

» A ces oxydations énergiques, nous avons remarqué qu'il se joignait des effets physiques particuliers qui tendraient, en présence de liquides neutres ou légèrement acides, à laquer la matière organique qui se dépose au fond du récipient, et qui se décompose plus ou moins rapidement en oxyde de manganèse avec destruction complète de la matière organique.

» Ce qui montre que, dans l'action que nous examinons, il se forme des oxydes intermédiaires, c'est que nous avons constaté que l'eau qui renfermait du permanganate de chaux en excès, après son passage sur des oxydes de manganèse, restait quelquefois colorée en brun très clair et se décolorait à l'air, après vingt-quatre heures, et laissait déposer une gelée brun cannelle formée par un oxyde manganoso-manganique qui paraît être soluble au moment de sa formation, au même titre que l'oxyde de fer dialysé.

» L'eau traitée par ce moyen ne contient plus de matières organiques, se trouve privée de tous microrganismes : elle ne contient que de très

faibles quantités de carbonate de chaux et des traces d'eau oxygénée qui continue à assurer l'asepsie du liquide. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un blé provenant d'un terrain salé, en Algérie.* Note de MM. **Berthault** et **Crochetelle**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« L'Algérie cultive chaque année environ 1350000^{ha} de froment; elle récolte quatorze millions d'hectolitres, soit, en moyenne, 10^{hl} par hectare.

» L'aspect des cultures sur les sols profonds et frais ferait croire à des rendements bien supérieurs à ceux que l'on obtient.

» Le développement des chaumes, l'exubérance des parties foliacées, la grosseur des épis représentent ce que nous obtenons exceptionnellement de nos terres les plus riches du nord de la France.

» Quelques journées brûlantes, au début du mois de juin, suffisent souvent pour anéantir les espérances les mieux fondées. Les tiges blanchissent rapidement, les épis se dessèchent, le grain se durcit et se ride. Cette transformation commence sur les parties des champs où le sol est le moins bien constitué; mais elle gagne de proche en proche et s'étend parfois à des surfaces considérables.

» C'est là l'*échaudage* dont les manifestations se retrouvent en France, çà et là, et dans les régions les plus diverses.

» Or quelquefois le phénomène, tout en conservant les caractères indiqués quant à la plante, se montre différent quant à sa marche sur l'étendue des champs. Il se cantonne et donne naissance à de véritables taches à contours peu réguliers, et, tandis qu'en ces points la récolte blanchit en un ou deux jours, elle jaunit lentement à côté.

» Alors que les parties atteintes ne rendent que 10 ou 12 quintaux, on obtient 20 à 25 quintaux sur les points où la maturation a été normale.

» Il s'agit ici de taches salées, suivant l'expression dont on se sert dans la localité; et, quand la surface des taches devient proportionnellement importante, on délaisse les terrains qui forment des pâturages à végétation très caractéristique.

» Nous avons pensé qu'il pouvait être intéressant d'étudier les froments venus sur les taches où le degré de salure, sans s'opposer à une belle végétation, amenait dans les récoltes les phénomènes décrits.

» Nous avons examiné des échantillons provenant de la récolte de 1894,

dont l'arrachage avait été fait le 8 juin, trois jours après la dessiccation apparente des épis et des tiges.

» Un fait nous a frappés tout d'abord : les nœuds de la partie moyenne des chaumes étaient recouverts d'efflorescences salines. L'étude de ces cristallisations a montré qu'elles étaient formées de chlorure de potassium avec des traces de chlorure de sodium. Les nœuds seuls étaient tapissés de ces sels, les mérithalles n'en portaient pas à l'extérieur; de sorte qu'on doit éloigner cette idée que les chlorures aient pu grimper le long de la tige des céréales.

» La pénétration a donc dû se faire par les racines, et la dessiccation du végétal a eu pour conséquence la cristallisation des sels, notamment aux nœuds qui renfermaient une plus haute dose d'humidité et qui sont restés plus longtemps humides.

» M. Dehérain, dans une expérience bien connue, a fait périr, par pléthore de chlorure de potassium, des haricots qui recevaient du chlorure de sodium. Le phénomène actuel se présente dans les mêmes conditions : nos froments, végétant dans un terrain riche en chlorure de sodium, ont absorbé du chlorure de potassium.

» Les dosages du chlorure de potassium, dans les diverses parties du végétal, ont donné :

	Chlorure de potassium pour 1000 parties de matière sèche.
Racines	4,51
Nœuds de la portion moyenne de la tige, couverts de cristallisations	7,18
Nœuds inférieurs n'offrant pas de cristallisations	4,22
Mérithalles inférieurs	3,68
Mérithalles supérieurs	0,526
Épis entiers, y compris le grain	0,738
Pieds de blé entiers	1,25

» On voit que ce sont les nœuds de la partie moyenne de la tige qui sont le plus chargés de chlorure de potassium; les racines en contiennent aussi une dose élevée, comparable à celle observée dans les nœuds inférieurs. Les parties creuses du chaume, les mérithalles, sont relativement peu riches en chlorure de potassium; ici encore, c'est à la base du végétal qu'apparaissent les quantités les plus fortes. L'épi est plus chargé de sel que la paille qui le précède.

» En incinérant 100^{gr} d'un échantillon moyen lessivé à l'eau bouillante,

nous avons obtenu $5^{gr},312$ de cendres qui ont fourni seulement 31^{mgr} de chlore. Le chlorure de potassium n'est donc pas combiné à l'intérieur du végétal.

» Le sol sur lequel le blé a été récolté présente la composition suivante :

	Par kilogramme de terre.
	gr
Sable grossier	16,2
Calcaire terreux	363,2
Sable fin	354,0
Argile	222,8
Humus	24,0
Potasse	6,4
Soude	2,6
Chlore	0,140
Acide sulfurique	0,068

» Le rendement du froment a atteint 12 quintaux à l'hectare; le grain était de qualité inférieure, sa forme attestait une maturité hâtive.

» Sur des terrains voisins de celui que nous venons d'examiner, le rendement était de 18 quintaux, le grain régulier et plein.

» Il nous semble permis de conclure de ces observations :

» 1° Que sur une terre salée, comme celle dont il s'agit, on peut obtenir de beaux froments; mais que la récolte du grain y est exposée à un dépérissement rapide quand les chaleurs surprennent la plante en pleine végétation;

» 2° Que le froment végétant dans un terrain salé absorbe du chlorure de potassium, et qu'il peut en absorber de fortes quantités (1,24 pour 1000 de la matière sèche) sans périr; mais que c'est là une cause de ralentissement de l'activité végétative, ralentissement qui se traduit par une diminution de la quantité et de la qualité du produit. »

BOTANIQUE. — *Sur les frondes anormales des Fougères.* Note de M. **Ernest Olivier**, présentée par M. Blanchard.

« Je viens citer un fait qui contredit l'opinion émise par M. Adrien Guebhard au sujet des modifications de l'expansion foliacée chez les Fougères, qui seraient accidentelles et ne se reproduiraient jamais plusieurs années de suite (séance du 4 mars 1895).

» Je possède, aux environs de Moulins (Allier), un puits construit en pierres sèches dans les parois internes duquel croissent plusieurs touffes de *Scolopendrium officinale* L., dont presque toutes les frondaisons sont bifurquées à leur extrémité.

» J'observe ces Fougères depuis plus de vingt ans, et j'ai toujours vu, chaque année, un grand nombre de feuilles ainsi conformées irrégulièrement. Sur ces plants, cette anomalie est donc bien fixée et ne peut être traitée d'accidentelle.

» Je ne sais, du reste, quelle en est la cause, mais je ne crois pas qu'elle doive être attribuée à la piqûre d'un parasite. S'il en était ainsi, dans les localités où les Fougères sont communes, ce parasite le serait aussi : l'anomalie en question se présenterait fréquemment et on la rencontrerait aussi souvent que les autres déformations végétales produites incontestablement par des insectes, les diverses galles, par exemple.

» Mais tel n'est pas le cas, et M. A. Guebhard dit lui-même que ce n'est que très rarement qu'il a pu observer ces frondaisons irrégulières.

» Dans les bois frais et rocheux des environs de Besançon (Doubs), le *Scolopendrium officinale* est très abondant, mais je n'y ai jamais trouvé de frondes bifurquées, anomalie qui devrait s'offrir souvent dans cette région si elle était due à la piqûre d'un parasite, qui se multiplierait d'autant plus que la plante sur laquelle il vit est plus répandue. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Origine et division des noyaux bourgeonnants des cellules géantes sarcomateuses*. Note de MM. **O. Van der Stricht** et **P. Walton** [1].

« La genèse des noyaux bourgeonnants (mégacaryocytes) des cellules géantes, propres aux tumeurs sarcomateuses, est encore relativement obscure. Certains anatomo-pathologistes ont émis l'idée qu'ils résultent de la fusion des noyaux dérivés, à la suite d'une division mitosique du noyau mère d'un élément sarcomateux. Dans les mégacaryocytes de la moelle osseuse et du foie embryonnaire des mammifères, M. le professeur Van Bambeke et l'un de nous ont pu poursuivre les différentes étapes de cette fusion. V. Kostanecki a vu des stades analogues.

» Il nous a été donné d'étudier un sarcome ayant pris naissance sur le

(1) Travail du laboratoire d'histologie de Gand.

périoste du fémur, chez un homme de soixante ans. Cette tumeur, à marche très rapide et de nature très maligne, renferme un nombre très considérable de cellules géantes à noyaux gigantesques. Les figures de plurimitose y sont très nombreuses et nous permettent de suivre les stades intermédiaires entre l'étape finale de la division indirecte du noyau, et l'apparition des noyaux bourgeonnants au repos.

» Au stade repos, ces noyaux sont relativement riches en chromatine. Ils sont limités par une membrane chromatique et renferment un réticulum chromatique à trabécules épais, parsemés de granulations de même nature.

» Quand la division indirecte commence, le réticulum nucléinien s'épaissit et donne naissance à des filaments volumineux, siégeant à la périphérie du champ nucléaire, les parties centrales étant remplies d'un liquide clair : le suc nucléaire. A un second stade, on observe la disparition de la membrane nucléaire, les chromosomes se rapprochent les uns des autres pour former un amas compact, présentant à sa surface un grand nombre d'encoches, au niveau desquelles on trouve les sphères attractives.

» Au stade peloton succède celui de l'étoile mère, caractérisé par un nombre variable de plaques nucléaires séparées les unes des autres par les sphères attractives.

» Au stade de la métacinèse s'opère l'écartement des chromosomes dérivés, qui gagnent les différents pôles des figures achromatiques. On arrive de cette manière à la constitution, d'abord des diasters multiples, ensuite des pelotons fils constitués par des filaments nucléiniens, gros, généralement agglutinés. C'est à partir de ce moment que les images deviennent très intéressantes, au point de vue de la genèse des noyaux bourgeonnants. Les noyaux fils changent de forme, la masse chromatique s'allonge, et, dans les cas typiques, elle engendre un boyau contourné sous forme de fer à cheval, hérissé souvent de petites bosselures latérales. D'autres fois, elle prend un aspect bosselé beaucoup plus irrégulier. A cette étape de processus de division, les noyaux dérivés, encore indépendants les uns des autres, s'entourent d'une mince membrane chromatique. Les filaments chromatiques présentent un aspect caractéristique, propre au stade final de la mitose. La disposition de la substance nucléinienne permet toujours de différencier facilement ces noyaux au dernier stade de la division d'un bourgeon nucléaire au repos. Aux chromosomes épais du stade précédent, ont succédé un très grand nombre de filaments minces

très safranophiles dirigés perpendiculairement par rapport au grand axe du boyau nucléaire. Les anses chromatiques sont courtes, ont une direction circulaire autour de l'axe du noyau, et sont plus rapprochées de la périphérie que du centre nucléaire.

» Pendant cette phase s'opère la fusion des noyaux dérivés. Celle-ci se fait de manière à engendrer des noyaux de formes très différentes :

» 1° Plusieurs boyaux nucléaires peuvent se juxtaposer et se fusionner de manière à donner naissance à un noyau volumineux de forme réticulaire, trabéculaire. Dans les mailles du réseau l'on rencontre le cytoplasma (endoplasma) en continuité avec le cytoplasma périphérique ou exoplasma. Au moment de leur formation, ces noyaux montrent encore une répartition de la substance chromatique, analogue à celle des noyaux fils, de sorte que l'on ne peut pas les considérer comme des noyaux au repos. Peu à peu, cependant, les filaments nucléiniens se fragmentent et engendrent un réticulum chromatique propre aux noyaux au repos.

» 2° D'autres fois, les boyaux nucléaires se fusionnent, non par leurs extrémités, mais par leurs faces latérales, donnent naissance à une masse unique, volumineuse, munie de bourgeons latéraux. La distribution de la substance nucléinienne affecte un caractère spécial. On y trouve un très grand nombre de filaments minces et courts, très safranophiles. Les limites des noyaux sont très irrégulières, mamelonnées. Mais, bientôt, elles se régularisent et prennent l'aspect de noyaux bourgeonnants au repos. En même temps, le réticulum nucléin propre au stade repos apparaît.

» La forme irrégulière des noyaux trabéculaires et des noyaux bourgeonnants des tumeurs sarcomateuses existe donc dès le moment de leur formation. La forme primitive de ces éléments n'est point arrondie. Sous ce rapport, ils ressemblent à plusieurs autres noyaux irréguliers des tissus normaux dont l'un de nous s'est occupé dans un Mémoire spécial (¹). Il arrive que les noyaux ne se fusionnent pas, qu'ils restent indépendants et rentrent au repos de manière à donner naissance à une cellule géante à noyaux multiples (polycaryocytes).

» Si les noyaux dérivés résultant d'une mitose multiple suivaient une des trois voies que nous venons d'indiquer on ne rencontrerait dans les tumeurs sarcomateuses que des noyaux trabéculaires, des noyaux bour-

(¹) O. Van der Stricht, *Contribution à l'étude de la forme, de la structure et de la division du noyau* (*Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3ᵉ série, t. XXIX, n° 1; 1895).

geonnants ou des noyaux multiples. Mais souvent des irrégularités se produisent : les trois processus dont nous venons de parler peuvent se combiner et donner naissance, de cette manière, à tous les stades intermédiaires entre les trois types en question.

» De plus, la fusion des noyaux dérivés peut s'opérer à une époque variable du processus de la division indirecte. Quelquefois elle se produit au stade de peloton fils, avant toute apparition de la membrane nucléaire; d'autres fois elle s'opère ou s'achève quand la substance chromatique affecte déjà la disposition réticulée propre au stade de repos.

» Au surplus, dans une même cellule on trouve parfois des noyaux à des phases différentes de la mitose et même un noyau bourgeonnant ou trabéculaire à côté d'un ou de plusieurs autres boyaux nucléaires, au stade final de la cinèse.

» A la division mitosique du noyau mère succède la division du corps cellulaire, donnant comme résultat deux ou plusieurs cellules de même nature, dont chaque noyau correspond ordinairement à la fusion de deux ou de plusieurs noyaux fils. Cette division du cytoplasma s'opère, ou bien pendant la phase de la fusion, ou bien au stade repos, de sorte que les noyaux géants des cellules filles sont encore réunis par des ponts nucléaires, quand la division du corps cellulaire est déjà presque terminée.

» D'autres fois le protoplasma reste indivis et, dans ces conditions, la plurimitose n'a d'autre résultat que la formation d'une seule cellule géante fille beaucoup plus volumineuse que la cellule géante mère et à noyau beaucoup plus grand, résultant de la fusion d'un nombre double de noyaux dérivés. »

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : « Indication d'un procédé facile pour faire le vide parfait, même dans un très grand récipient, sans aucun mécanisme ».

Ce procédé consiste à remplir le récipient avec un gaz tel que l'oxygène, susceptible d'être absorbé chimiquement par le fer chauffé au rouge.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mars 1895.

Mirifici logarithmorum canonis constructio; et eorum ad naturales ipsorum numeros habitudines; édit. de Lyon, 1620. Réimpression en *fac simile* in-8°. Authore et inventore Joanne Nepero, barone Merchistonii, et G. Scoto. Paris, A. Hermann, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Publié de 1875 à 1884 par M. H. Resal. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. M. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré, H. Resal. Tome premier. Année 1895. Fasc. n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 19 mars 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Mars 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques. N° 1. Mars-avril 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Memento-Annuaire de la Médecine et de la Pharmacie, 1895. Paris, Rugin et Cie, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen. Rouen, J. Lecerf, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895. Jeudi 28 février.

Les collisions en mer; moyens de les éviter, par M. Léon Somzée, Ingénieur des Mines. 1868-1870, 1887. Bruxelles, Ad. Mertens; 1887; 1 br. in-4°.

Loi du rayonnement solaire et ses principales conséquences, par M. Carlos Honoré. Montevideo, 1894; 1 br. in-4°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Année 1894. par M. le Dr Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, Edr. Berling, 1894-1895; 1 vol. in-4°.

Acta Mathematica. Journal rédigé par M. G. Mittag-Leffler. 19 : 1. Paris, A. Hermann, 1895; 1 br. in-8°.

Anales de la oficina meteorologica Argentina, por su Director, Gualterio

G. DAVIS. Tomo IX. Prima Parte; segunda Parte. Buenos-Ayres, 1893; 3 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MARS 1895.

Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle, publiées par MM. les professeurs-administrateurs de cet établissement. Troisième série. Paris, G. Masson; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par M. A. LACROIX, professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin des services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines,* n° 42. Tome VI. 1894-1895.) Paris, Baudry et Cie, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, etc. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Carte de la partie septentrionale d'Imerina, par M. A. GRANDIDIER, Membre de l'Institut, et les R. P. ROBLET et COLIN. Échelle $\frac{1}{200000}$.

Carte topographique de l'Imerina (Province centrale de Madagascar), par M. A. GRANDIDIER, Membre de l'Institut, et les R. P. ROBLET et COLIN, Missionnaires à Madagascar. Échelle $\frac{1}{200000}$.

Service hydrographique de la Marine. Instructions nautiques sur la mer Rouge et le golfe d'Aden. Paris, Imprimerie nationale, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 11. Séance du 19 mars 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique. Tome XIII. Bruxelles, F. Hayez, 1894.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie (Bruxelles). Tomes I à VIII. Bruxelles, Polleunis, Ceuterick et Lefébure; 8 vol. in-8°.

Anuario de la real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales. 1895. Madrid, Aguado; in-18.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des eaux de drainage;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« Bien que, à diverses reprises, j'aie déjà entretenu l'Académie de mes recherches sur les eaux de drainage, je lui demande la permission d'y revenir encore aujourd'hui, pour indiquer les résultats obtenus dans ces dernières années.

» J'ai déjà décrit [1] les cases de végétation de Grignon à l'aide desquelles j'ai constaté les faits que je vais exposer. Ce sont de grandes boîtes en ciment à section carrée de 2^m de côté et de 1^m de profondeur; elles

(1) *Annales agronomiques*, t. XIX, p. 65.

sont parfaitement étanches; le fond, creusé en rigole, s'incline légèrement en avant; à la partie la plus basse débouche un tuyau de plomb, par lequel les eaux qui ont traversé le sol arrivent dans des bonbonnes, d'où il est facile de les extraire pour les mesurer et les analyser. La seule paroi des cases exposée à l'air est orientée au nord; elle ne reçoit guère le soleil et la terre ne s'échauffe pas.

» Les cases ont été construites pendant l'automne de 1891 et remplies, avant l'hiver, de la terre qui avait été enlevée au moment de la construction, de façon qu'il fût possible de semer du blé au commencement de novembre.

» Les observations ont commencé régulièrement au mois de mars 1892; j'ai donc actuellement les résultats de trois saisons.

» *Jachère.* — Dès l'origine, on a laissé quatre des cases en jachère, de façon à déduire de la mesure et de l'analyse des eaux qui traversent la terre nue les pertes d'azote qu'entraîne la jachère.

Drainage des cases en jachère.

Années des observations.	Pluie en millimètres de hauteur.	Eau de drainage en millimètres.	Rapport de la pluie au drainage.	Azote nitrique contenu dans les eaux de drainage	
				par litre.	par hectare (¹).
				gr	kg
Mars 1892-mars 1893..	518	175	2,9	0,129	225,7
Mars 1893-mars 1894..	490	107	4,5	0,095	101,6
Mars 1894-mars 1895..	419	76	5,5	0,105	79,8

» Le rapport de la pluie au drainage varie d'une année à l'autre entre des limites assez écartées; c'est que, en effet, la quantité d'eau qui traverse le sol pour arriver jusqu'aux drains est très différente, suivant l'époque des précipitations; les pluies d'hiver donnent seules un drainage abondant; les drains ne coulent, en été, qu'autant que les pluies sont très violentes; si elles sont modérées, l'eau s'évapore sans gagner les couches profondes.

» Pendant la première année, les eaux ont entraîné d'un hectare de terre nue $225^{kg},7$ d'azote nitrique, quantité énorme et qu'on ne retrouvera plus; cette perte est due non seulement au lavage très complet qu'a subi le sol pendant l'hiver 1892-1893, mais en outre à l'extrême énergie de la

(¹) Les cases ayant une surface de 4 mètres carrés, on multiplie les nombres observés par 2500 pour obtenir les quantités relatives à 1 hectare.

nitrification qui s'y est développée. Pour construire les cases il a fallu enlever la terre, elle est restée exposée à l'air pendant plusieurs mois, elle a été triturée au moment du remplissage, et si les nombres trouvés ne peuvent, en aucune façon, indiquer les pertes que subit un sol en place maintenu en jachère, ils montrent ce qu'on pourrait obtenir d'un sol bien aéré.

» Pendant la seconde année d'observations, la nitrification est moins active, le litre ne renferme plus que 95^{mgr} d'azote nitrique; mais, comme la quantité d'eau qui a traversé le sol est considérable, l'azote enlevé à l'hectare dépasse 100^{kg}. Pendant la troisième année d'observations, la perte est moindre; la teneur du litre s'est cependant relevée, mais la pluie est survenue pendant l'été et l'on n'a recueilli que de faibles quantités d'eau de drainage.

» Dans la Note qu'il a présentée récemment à l'Académie, M. Schlœsing estime que le rapport de la pluie au drainage est compris entre 6 et 3, et les nombres constatés à Grignon sont, comme on vient de le voir, à peu près compris entre ces limites; mais ces rapports ont été obtenus pour des terres sans végétation. Quand on détermine les rapports de la pluie au drainage de terres couvertes de végétaux, les rapports sont infiniment plus élevés.

» *Vignes.* — Deux des cases de végétation ont été consacrées à la culture de la vigne; celle-ci a été plantée seulement au printemps de 1893; pendant cette première année, elle n'a pas été bien vigoureuse, son évaporation a été faible, le rapport de la pluie au drainage est encore 5,1 et la perte d'azote nitrique à l'hectare est de 77^{kg}. En 1894, la vigne a pris de la force, le rapport de la pluie au drainage est 12,4; la perte d'azote nitrique tombe à 14^{kg} environ.

» *Betteraves à sucre.* — La betterave à sucre est une des cultures les plus répandues dans la région septentrionale, et il était intéressant de savoir quelles pertes d'azote elle entraîne. Bien que les betteraves aient été cultivées dès la première année, je ne crois pas devoir insister sur les chiffres constatés en 1892, époque à laquelle, ainsi qu'il a été dit déjà, la nitrification présentait une activité exagérée.

» En 1893, une case a donné une mauvaise récolte qui, calculée à l'hectare, représentait 19000^{kg} de racines; le rapport de la pluie au drainage est 7,7, la perte à l'hectare de $32^{kg},1$. Les récoltes des deux autres cases sont meilleures, elles représentent l'une et l'autre 26250^{kg} de racines à l'hectare; les rapports de la pluie au drainage sont dans un cas de 11,3 avec une perte de $19^{kg},9$, dans l'autre de 12,2 avec une perte de $17^{kg},2$.

» En 1894, on a obtenu une excellente récolte, elle s'est élevée en moyenne à 38250^{kg} de racines et les pertes par drainage sont devenues à peu près nulles. Les drains n'ont débité que des quantités d'eau insignifiantes : on a recueilli 1^{mm},25 et 1^{mm} au-dessous des cases qui avaient reçu du fumier; le rapport devient 335 et 419; la case qui n'avait reçu que du nitrate de soude a donné 5^{mm},2 d'eau de drainage avec un rapport de 80. Une des cases au fumier a donné des eaux si pauvres qu'il n'a pas été possible d'y doser les nitrates, une autre a donné des eaux à 2^{mm},5 par litre et la perte à l'hectare s'est trouvée être de 25^{gr}; enfin, la case qui avait reçu du nitrate de soude en proportion considérable, 625^{kg} à l'hectare renfermant environ 90^{kg} d'azote nitrique, n'a cependant perdu que 315^{gr} à l'hectare.

» *Blé*. — Habituellement le blé ne se développe qu'assez mal dans les cases de végétation qui ne sont pas assez profondes pour que les racines puissent s'y étaler à l'aise. En 1893, la récolte a été médiocre, elle a oscillé de 14^{qm} à 16^{qm}; les eaux de drainage ont été très chargées, elles ont donné 44^{kg},5, 58^{kg} et 46^{kg},6 d'azote nitrique. En 1894, la récolte s'est élevée en moyenne à 23^{qm} de grain. Sur les trois cases de végétation, une n'a pas coulé, une autre a donné pendant toute l'année 1^{mm},5 d'eau de drainage et l'autre 2^{mm},2; le rapport ne peut être calculé dans un des cas, dans les deux autres il est représenté par 279 et 190. Les eaux de drainage étaient très pauvres, elles ne renfermaient que 7^{mg} ou 6^{mg} par litre; la perte à l'hectare est de 105^{gr} dans un cas, de 132^{gr} dans l'autre.

» *Avoine*. — En 1893, l'avoine dans laquelle on a semé du trèfle qui a été maintenu pendant tout l'hiver n'a donné qu'une récolte médiocre de 13^{qm} de grain, la perte par drainage a été de 22^{kg},9 à l'hectare. En 1894, trois cases ont porté de l'avoine, elle s'est admirablement développée, et le trèfle qu'on y a semé a très bien pris; aussi, les eaux de drainage sont-elles très peu abondantes et les pertes par drainage très faibles; il est curieux de constater que la perte est d'autant moindre que la récolte est meilleure.

	Poids d'avoine récolté, calculé à l'hectare.	Acide nitrique entraîné, calculé à l'hectare.
Case n° 6	45^{qm} de grain	300^{gr}
» n° 7	47,7 »	105
» n° 8	28,2 »	640

» *Rapport de la pluie au drainage et pertes d'azote nitrique pendant les deux années* 1893 *et* 1894. — Si nous cherchons, à l'aide des observations

recueillies sur les 20 cases de végétation, à calculer ces rapports et ces pertes, nous trouvons qu'en 1893 le rapport est 6,5 et la perte d'azote, à l'hectare, de $51^{kg},4$; mais, sur les 20 cases, 4 sont restées en jachère et 2 qui portaient de la vigne à sa première année ont laissé filtrer presque autant de nitrates que les terres nues; il est, par suite, intéressant d'exécuter les calculs sur les 14 terres régulièrement emblavées; on trouve alors que le rapport est de 7,6 et la perte de $33^{kg},25$. Ainsi, pendant une année de mauvaises récoltes comme 1893, une terre de qualité moyenne, analogue à celle de Grignon, perd une quantité notable d'azote nitrique et cette quantité croît avec l'étendue de la jachère.

» En 1894, pour l'ensemble des cases, le rapport de la pluie au drainage est 20,1 et la perte à l'hectare de $17^{kg},5$ d'azote nitrique. Si l'on établit la moyenne, en laissant de côté les terres en jachère, on trouve que le rapport de la pluie au drainage est de 61,2 et la perte à l'hectare de $1^{kg},96$; si, enfin, on exclut de la moyenne la vigne et qu'on ne prenne que les cases, qui ont porté des plantes annuelles, on trouve que le rapport de la pluie au drainage est de 135 et la perte à l'hectare de 200^{gr}.

» Les nombres représentant les quantités d'azote nitrique entraînées par les eaux de drainage sont, en 1893, très supérieurs, en 1894, très au-dessous, de ceux qu'a déduits M. Schlœsing de l'analyse des eaux de rivière en février 1895 (1).

» Convient-il d'insister sur ces différences? Je ne le pense pas. Si, d'une part, en étudiant le drainage de 80^{mq}, je ne puis en déduire ce qui se passe dans le bassin de la Seine tout entier, d'autre part, M. Schlœsing ne considère les nombres qu'il a donnés que comme une première approximation. Cette année, il y a souvent accord entre la teneur des eaux de drainage et celle des eaux de rivière; cependant la teneur moyenne du litre d'eau de drainage des terres qui ont porté des cultures annuelles est de 15^{mgr} d'azote nitrique, tandis que la moyenne du litre des eaux de rivière n'atteint pas 3^{mgr}; si la composition de ces eaux de rivière reflète exactement celle des eaux de drainage, on devra trouver après une mauvaise récolte et une année où les pluies d'automne sont abondantes des teneurs plus élevées qu'en 1894, où les eaux de drainage ont été rares et très pauvres.

» Si, laissant de côté ces questions générales, je me borne aux observations que j'ai recueillies, il me semble pouvoir en déduire quelques notions utiles à la pratique agricole.

---

(1) *Comptes rendus*, ce Volume, p. 526.

» En comparant, au point de vue de l'azote, les deux récoltes de 1893 et de 1894, on reconnaît qu'une récolte luxuriante, comme celle que nous avons faite l'an dernier et qui pour le blé est probablement la plus forte que nous ayons jamais eue, n'épuise pas plus le sol qu'une récolte médiocre; en effet, dans une année d'abondance comme 1894, tous les nitrates produits dans le sol ou distribués comme engrais sont utilisés; en 1893, au contraire, une fraction importante de ces nitrates a été perdue.

» On calcule que la récolte de blé obtenue des cases de végétation en 1894 contiendrait, pour 1^{ha}, 91^{kg} d'azote; en 1893 la récolte de blé ne contenait que $44^{kg},2$ d'azote, et il semblerait qu'au début de 1894 le sol est plus riche qu'au début de 1895, si l'on ne savait qu'aux prélèvements des récoltes s'est joint, en 1893, l'entraînement de $49^{kg},7$ d'azote nitrique par les eaux de drainage, tandis qu'en 1894 la perte pour drainage a été insignifiante; après la bonne récolte de 1894, le sol a perdu 91^{kg} d'azote; il en a perdu $93^{kg},9$ après la mauvaise récolte de 1893.

» J'ai entrepris les études sur les eaux de drainage, qui m'occupent depuis plusieurs années, dans l'espoir de donner aux cultivateurs quelques indications utiles à l'emploi des engrais, en leur enseignant quelles pertes occultes viennent s'ajouter aux prélèvements des récoltes, et c'est sur ce point que nous différons davantage, M. Schlœsing et moi. Si, comme semble le croire notre Confrère (¹), les pertes d'azote par les eaux de drainage sont peu considérables et qu'il n'y ait pas lieu de s'en préoccuper, les seules pertes d'azote du sol sont dues aux prélèvements des récoltes; d'où cette conclusion qu'après une mauvaise année la terre doit être plus riche en azote qu'après une bonne année; or je trouve qu'il n'en est pas ainsi, car ce que la plante ne prend pas est enlevé par l'eau de drainage.

» Ce qui résulte encore, avec la dernière évidence, des faits observés aussi bien à Rothamsted par MM. Lawes, Gilbert et Warington qu'à Grignon, c'est que les pertes des terres nues sont infiniment plus fortes que celles des terres emblavées, d'où l'utilité de maintenir le sol couvert de végétaux le plus longtemps possible, et par suite de faire suivre, toutes les fois qu'on le pourra, la récolte du blé d'une culture dérobée d'automne. »

(¹) *Comptes rendus*, ce Volume, p. 630.

MÉMOIRES LUS.

M. **Ramsay**, présent à la séance, donne verbalement quelques développements sur les résultats qu'il a récemment transmis à l'Académie et qui ont été résumés dans le *Compte rendu* du 25 mars.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Leroux** adresse une Note ayant pour titre : « Recherches sur l'éclosion de l'œuf des sexués du Phylloxera de la vigne ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La **Municipalité et le Conseil général des Facultés de Lille** invitent l'Académie à se faire représenter, les 1er et 2 juin prochains, à l'inauguration des constructions universitaires, élevées par le concours de l'État et de la Ville pour l'installation de l'Enseignement supérieur : Facultés de Droit et des Lettres, Instituts de Chimie, de Physique, de Sciences naturelles, Musée d'Archéologie et d'Histoire de l'Art.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rayonnement ultra-violet de la couronne solaire, pendant l'éclipse totale du* 16 *avril* 1893. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« Dans une Note préliminaire, j'ai indiqué très brièvement les résultats généraux de la mission qui m'a été confiée par le Bureau des Longitudes, pour l'observation de l'éclipse totale du 16 avril 1893 au Sénégal. La Note actuelle expose le résumé complet et définitif des expériences relatives au rayonnement ultra-violet de la couronne, rayonnement non encore étudié dans les éclipses précédentes.

» La couronne de l'atmosphère solaire est observable seulement dans les éclipses totales et pendant la durée très courte de la totalité. Or, depuis 1868, dans toutes les éclipses, le spectroscope a été appliqué à la recherche

de la composition de sa lumière et a montré, entre les mains de MM. Young, Janssen, Lockyer, Tacchini et autres, que la couronne est formée par la superposition de trois lumières différentes; à savoir : 1° une lumière à spectre continu, relativement intense, fournie par des poussières incandescentes; 2° une lumière avec des raies fines et brillantes qui décèlent les gaz composants de l'atmosphère; 3° une lumière à raies noires, faible et due à la diffusion de la lumière du disque central ([1]). Les raies fines et brillantes, par les indications qu'elles fournissent, offrent un intérêt particulier.

» Cependant, l'observation a été limitée d'abord à la partie la plus intense du spectre lumineux; puis, à partir de 1882, grâce à la Photographie elle a porté aussi sur une deuxième région voisine, peu visible ou invisible, et comprenant le bleu, le violet et l'ultra-violet jusqu'à λ 360, cette dernière limite étant imposée par l'absorption des verres ordinaires d'optique. Mais le spectre du Soleil s'étend bien au delà, jusqu'à λ 295; il présente une troisième région qui, avec les prismes, offre la même étendue au moins que chacune des deux régions précédentes. Je me suis proposé d'étendre l'observation de la couronne à cette troisième région non encore explorée.

» J'ai construit, dans ce but, un appareil simple et de petites dimensions avec des matières telles que le spath d'Islande et le quartz, qui sont transparentes pour la lumière ultra-violette. L'appareil comprend : (*a*) une lentille de projection en spath et quartz, achromatique, de $0^m,02$ de diamètre et de $0^m,20$ de distance focale, donnant sur la fente d'un spectroscope une petite image de la couronne; (*b*) un spectroscope dont le prisme (angle 60°) est en spath d'Islande, et dont le collimateur et la lunette ont des lentilles identiques à la précédente. Le prisme, qui m'a été aimablement prêté par M. de Chardonnet, a ses arêtes parallèles à l'axe optique du cristal, et sépare donc complètement les spectres des rayons ordinaires et extraordinaires entre lesquels la lumière se divise. Avec le spectre ordinaire employé seul, la dispersion est voisine de celle adoptée par M. Huggins dans ses belles recherches sur la lumière ultra-violette des étoiles.

» Pendant l'éclipse, l'appareil était fixé à l'axe d'un grand sidérostat polaire double entraîné par un régulateur, et suivait donc le mouvement du ciel. La fente était radiale et découpait dans l'image de la couronne un

---

([1]) Il faut ajouter une quatrième lumière, due à la diffusion dans l'atmosphère terrestre; mais cette lumière est variable suivant les conditions du lieu d'observation; elle était assez forte au Sénégal, le ciel étant couvert de cirrus légers.

diamètre voisin de l'équateur. L'appareil a posé pendant la durée entière de la totalité, soit pendant quatre minutes, et aussitôt après on a projeté sur la fente deux étincelles de fer encadrant la couronne et destinées à fournir les repères indispensables.

» La petite épreuve obtenue ([1]) donne tout le spectre photographiable; elle présente la deuxième région intense, mais avec un prolongement de longueur égale qui constitue la troisième région.

» Le spectre est continu, avec de petites raies brillantes, mais sans raies noires, probablement à cause de la faiblesse de la dispersion et de la lumière ([2]). Par comparaison avec le spectre du fer, on constate que le spectre coronal s'étend jusqu'à λ300, alors que le disque solaire, dans des conditions favorables, donne des rayons jusqu'à λ295. Le rayonnement de la couronne dans l'ultra-violet est donc aussi étendu que celui du disque, mais il est relativement très faible; en effet, sur l'épreuve, le spectre continu est intense dans le bleu, et atteint une hauteur égale aux deux tiers du diamètre solaire; mais lorsqu'on va vers l'ultra-violet l'intensité diminue, de même que la hauteur, si bien que, vers λ300, le spectre est réduit à une simple ligne.

» Cette faiblesse du spectre ultra-violet s'accorde avec les observations d'éclipses précédentes qui placent vers le rouge le maximum d'éclat de la couronne; elle s'explique aussi en partie par le pouvoir absorbant énergique de l'atmosphère terrestre dans cette région.

» Les raies brillantes de l'épreuve, dans la région nouvelle, ont été relevées par rapport au spectre du fer et aux longueurs d'onde de Kayser et Runge; elles sont réunies dans le Tableau suivant qui donne les intensités ([3]) et indique les raies nettement coronales :

Intensités.	Longueurs d'onde.	Intensités.	Longueurs d'onde.
2	308,98	1	314,87
5	312,14	2	315,64
6	312,98	6	316,45 coronale
4	313,34	7	317,09 coronale
1	313,84	3	317,72

([1]) Cette épreuve a été obtenue au Sénégal avec le concours de mon assistant M. Joseph Mittau.

([2]) La lumière utile est en effet réduite de moitié avec le prisme de spath employé.

([3]) Les intensités ont été estimées par comparaison avec les deux fortes raies H et K du calcium, de la deuxième région, auxquelles on a donné le n° 20.

Intensités.	Longueurs d'onde.	Intensités.	Longueurs d'onde.
5.........	318,26	2.........	328,88
8.........	318,95 coronale	2.........	331,61
1.........	319,95	2.........	332,11
4.........	320,50	3.........	333,01
2.........	320,96	5.........	333,65
3.........	321,49	1.........	333,71
2.........	321,88	4.........	334,53
2.........	322,48	2.........	334,93
5.........	322,98	5.........	335,20
8.........	323,71 coronale	5.........	336,17 raie P? (1)
7.........	324,01	5.........	337,54
8.........	324,42	8.........	338,39
1.........	324,80	5.........	338,91
6.........	325,55	3.........	340,21
2.........	328,28	3.........	362,90

» Les raies brillantes de la deuxième région, parmi lesquelles on peut citer sept raies ultra-violettes de l'hydrogène, ne sont pas comprises. Mais, dans le Tableau précédent, je dois signaler la raie $\lambda 317,09$, qui apparaît à une grande hauteur dans l'atmosphère solaire, et aussi les autres raies marquées *coronales* qui, sur l'épreuve, sont comparables aux raies H (λ 410), H_ε, H_ζ de l'hydrogène. Quant aux raies sans mention spéciale, elles peuvent appartenir à la chromosphère comme à la couronne, quoique le fait de se montrer avec une petite image du Soleil doive plutôt les faire considérer comme coronales. Ces raies de la couronne, dont la plupart n'ont pas été rapportées à des éléments connus, représentent les gaz composants de l'atmosphère solaire, d'un poids atomique probablement faible. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires des* 2e, 3e *et* 4e *trimestres* 1894. Note de M. Tacchini.

« J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie les résultats que j'ai obtenus relativement à la distribution en latitude des phénomènes solaires observés pendant les 2e, 3e et 4e trimestres 1894.

(1) Avec la faible dispersion employée, la raie 316,17 coïncide avec la raie P du spectre solaire, qui est l'une des plus fortes de la région ultra-violette, et n'a pas encore été rapportée à aucun élément counu,

Protubérances.

Latitudes.	2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
90° + 80°	0,005		0,000		0,000	
80 + 70	0,003		0,000		0,000	
70 + 60	0,003		0,016		0,000	
60 + 50	0,010		0,002		0,012	
50 + 40	0,046	0,355	0,059	0,430	0,045	0,439
40 + 30	0,086		0,093		0,037	
30 + 20	0,073		0,082		0,119	
20 + 10	0,078		0,080		0,148	
10 + 0	0,051		0,098		0,078	
0 — 10	0,071		0,100		0,074	
10 — 20	0,068		0,107		0,102	
20 — 30	0,137		0,141		0,143	
30 — 40	0,081		0,104		0,172	
40 — 50	0,035	0,645	0,014	0,577	0,021	0,561
50 — 60	0,000		0,000		0,033	
60 — 70	0,099		0,011		0,000	
70 — 80	0,106		0,070		0,008	
80 — 90	0,048		0,023		0,008	

» Comme dans le premier trimestre, les protubérances sont plus fréquentes dans les zones australes, particularité qu'on a constatée même pour l'année 1893 et pour les trois derniers trimestres de 1892, avec le fait caractéristique d'un maximum secondaire dans la zone (60° à 70°), tandis que dans la région polaire nord les protubérances se sont montrées toujours faibles et très peu nombreuses.

Facules.

Latitudes.	2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
50° + 40°	0,000		0,000		0,004	
40 + 30	0,018		0,000		0,004	
30 + 20	0,097	0,466	0,074	0,437	0,029	0,347
20 + 10	0,197		0,185		0,139	
10 + 0	0,154		0,178		0,171	
0 — 10	0,149		0,130		0,180	
10 — 20	0,210		0,192		0,241	
20 — 30	0,140	0,534	0,167	0,563	0,175	0,653
30 — 40	0,035		0,067		0,045	
40 — 50	0,000		0,007		0,012	

» Les facules, comme les protubérances, sont plus fréquentes dans les

zones australes, mais les maxima de fréquence par zones se trouvent à des latitudes plus basses.

Latitudes.	Taches. 2ᵉ trimestre.		3ᵉ trimestre.		4ᵉ trimestre.	
40° + 30°	0,000	0,438	0,008	0,453	0,000	0,429
30 + 20	0,094		0,034		0,026	
20 + 10	0,208		0,180		0,156	
10 + 0	0,136		0,231		0,247	
0 — 10	0,167	0,562	0,111	0,547	0,156	0,571
10 — 20	0,281		0,359		0,363	
20 — 30	0,104		0,077		0,052	
30 — 40	0,010		0,000		0,000	

» Les taches s'accordent avec les autres phénomènes, c'est-à-dire qu'elles sont aussi toujours plus fréquentes dans les zones au sud de l'équateur. Nous ajouterons encore que les groupes de taches les plus beaux se sont formés seulement dans l'hémisphère sud. Les éruptions métalliques ont fait presque défaut, mais nous trouvons aussi les indices d'éruption dans les zones australes. Il est donc bien certain que, depuis quelque temps, l'activité solaire se manifeste de préférence au sud de l'équateur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« 1. Étant donnée une équation aux dérivées partielles de la forme de Laplace

$$s + ap + bq + cz = 0,$$

où les coefficients a, b, c sont des fonctions analytiques holomorphes de x et de y dans le voisinage de $x = x_0$, $y = y_0$, il existe une intégrale holomorphe dans le domaine de ce point, se réduisant pour $y = y_0$ à une fonction $\varphi(x)$ donnée à l'avance, et à une autre fonction $\psi(y)$ pour $x = x_0$, pourvu que les deux fonctions arbitraires $\varphi(x)$ et $\psi(y)$ soient holomorphes au voisinage des valeurs initiales $x = x_0$, $y = y_0$ (Darboux, *Théorie des surfaces*, t. II, p. 92).

» Le théorème a été ensuite étendu par M. Picard aux équations dont les coefficients sont simplement des fonctions continues des variables indépendantes, supposées réelles. En restant dans le cas des fonctions analytiques, la proposition est susceptible d'une grande extension.

» *Soit*

(1) $$s = F(x, y, z, p, q, r, t)$$

une équation du second ordre où le second membre est holomorphe dans le voisinage des valeurs $x_0, y_0, z_0, p_0, q_0, r_0, t_0$ *des variables* x, y, z, p, q, r, t; *soient* $\varphi(x)$ *et* $\psi(y)$ *deux fonctions holomorphes dans le domaine des points* x_0 *et* y_0 *respectivement, et telles que l'on ait*

$$\begin{array}{lll} \varphi(x_0) = z_0, & \varphi'(x_0) = p_0, & \varphi''(x_0) = r_0, \\ \psi(y_0) = z_0, & \psi'(y_0) = q_0, & \psi''(y_0) = t_0. \end{array}$$

» *Si, en outre, les deux dérivées partielles* $\frac{\partial F}{\partial r}, \frac{\partial F}{\partial t}$ *sont nulles pour ces valeurs initiales, l'équation* (1) *admet une intégrale holomorphe dans le voisinage du point* (x_0, y_0) *se réduisant à* $\varphi(x)$ *pour* $y = y_0$ *et à* $\psi(y)$ *pour* $x = x_0$.

» 2. L'emploi des fonctions majorantes, combiné avec quelques transformations simples, ramène la démonstration de ce théorème au lemme suivant : *L'équation*

(2) $$s = \frac{M}{\left(1 - \frac{x + y + z + p + q}{\rho}\right)\left(1 - \frac{r + t}{R}\right)} - M\left(1 + \frac{r + t}{R}\right),$$

où M, ρ, R *sont positifs, admet une intégrale holomorphe dans le domaine de l'origine, se réduisant à zéro pour* $x = 0$ *et pour* $y = 0$.

» S'il existe une intégrale satisfaisant à ces conditions, les valeurs initiales des dérivées, telles que $\left(\frac{\partial^m z}{\partial x^m}\right)_0, \left(\frac{\partial^p z}{\partial y^p}\right)_0$, sont toutes nulles. Les valeurs initiales des autres dérivées se calculeront ensuite de proche en proche au moyen de l'équation (2) et de celles qu'on en déduit par des différentiations successives. On voit immédiatement que tous les coefficients du développement ainsi obtenu sont réels et positifs, et qu'ils sont moindres que ceux que l'on obtiendrait en prenant pour valeurs initiales des dérivées $\left(\frac{\partial^m z}{\partial x^m}\right)_0, \left(\frac{\partial^p z}{\partial y^p}\right)_0$ des nombres positifs quelconques $(m > 2, n > 2)$. Il suffit donc, pour établir le lemme en question, de montrer que l'équation (2) admet une intégrale holomorphe dans le voisinage de l'origine, qui est représentée par une série entière dont tous les coefficients sont réels et positifs. Or, si l'on cherche une intégrale de cette équation se réduisant à une fonction de $u = x + y$, on est conduit à l'équation différen-

tielle du second ordre

$$\frac{\partial^2 z}{\partial u^2} - A\left(\frac{\partial^2 z}{\partial u^2}\right)^2 = \frac{M}{1 - \frac{u + z + 2\frac{\partial z}{\partial u}}{\rho}} - M,$$

où

$$A = \frac{2}{R} + \frac{4M}{R^2};$$

on vérifie aisément que cette équation admet une intégrale holomorphe se réduisant à zéro, ainsi que ses deux premières dérivées, pour $u = 0$, et représentée par un développement en série dont tous les autres coefficients sont positifs.

» 3. On sait qu'une intégrale d'une équation du second ordre est en général déterminée si on l'assujettit à passer par une courbe donnée C et à être tangente tout le long de C à une développable donnée Δ. Il y a exception si l'ensemble de la courbe C et de la développable Δ forme une *caractéristique*. Le théorème précédent permet de démontrer, d'une façon absolument rigoureuse, qu'il existe alors une infinité d'intégrales tangentes à la développable Δ le long de la courbe C, ces intégrales dépendant d'une infinité de constantes arbitraires. La démonstration suppose toutefois que les deux systèmes de caractéristiques de l'équation considérée sont *distincts*. Si ces deux systèmes de caractéristiques sont confondus, la proposition n'est plus vraie en général, comme il est facile de s'en convaincre par des exemples simples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séquences des permutations circulaires.* Note de M. **Désiré André.**

« 1. Les permutations circulaires dont je m'occupe sont celles qui ont pour éléments les n premiers nombres. Ce sont les groupes qu'on obtient en plaçant ces n nombres sur une circonférence, dans tous les ordres possibles.

» Les maxima, minima et séquences de ces permutations circulaires se définissent comme ceux des permutations rectilignes. On appelle *maximum* un élément plus grand que chacun de ses deux voisins; *minimum*, un élément plus petit que chacun d'eux; *séquence*, une suite d'éléments dont le premier est un maximum et le dernier un minimum, ou réciproquement, mais dont aucun intermédiaire n'est ni un maximum, ni un minimum.

» 2. Le nombre des maxima, celui des minima et celui des séquences sont liés si étroitement qu'il suffit d'étudier un seul de ces nombres. En étudiant le nombre des séquences des permutations circulaires, j'ai obtenu des résultats nombreux. Je vais indiquer les principaux.

» 3. Désignons par $Q_{n,s}$ le nombre des permutations de n éléments qui présentent chacune s séquences.

» I. *Pour toute valeur de n supérieure à 2, et quel que soit s, le nombre* $Q_{n,s}$ *est un nombre pair.*

» II. *Pour toute valeur de n, le rapport de* $Q_{n+1,2}$ *à* $Q_{n,2}$ *est égal à* 2.

» III. *Pour toute valeur de* ν *supérieure à l'unité,* $Q_{2\nu-1,2\nu-2}$ *est égal à* $Q_{2\nu,2\nu}$.

» IV. *Chacun de ces deux derniers nombres est égal au coefficient de* $\frac{x^{2\nu-1}}{(2\nu-1)!}$ *dans le développement de* tang$x$ *suivant les puissances croissantes de* x.

» 4. Les nombres $Q_{n,s}$ sont liés entre eux par une équation aux différences finies.

» V. *Pour toute valeur de n supérieure à* 2,

$$Q_{n,s} = sQ_{n-1,s} + (n-s+1)Q_{n-1,s-2}.$$

» Cette équation nous permet de calculer de proche en proche tous les nombres $Q_{n,s}$, et d'en former le *triangle des séquences des permutations circulaires*. Dans ce triangle, le nombre $Q_{n,2\sigma}$ est à l'intersection de la colonne de rang σ et de la ligne de rang $n-1$.

» 5. Appelons série de rang σ la série

$$Q_{2\sigma,2\sigma} + Q_{2\sigma+1,2\sigma}z + Q_{2\sigma+2,2\sigma}z^2 + Q_{2\sigma+3,2\sigma}z^3 + \ldots,$$

qui a pour coefficients les nombres composant, dans le triangle, la colonne de rang σ.

» VI. *Cette série est convergente toutes les fois que z, en valeur absolue, est inférieur à l'inverse de* 2σ.

» VII. *La somme* W_σ *de cette série satisfait à l'équation aux différences mêlées*

$$W_\sigma = \frac{1}{1-2\sigma z}\frac{dW_{\sigma-1}}{dz}.$$

» VIII. *Cette somme* W_σ *est une fraction rationnelle, dont le dénominateur est du degré* $\frac{\sigma(\sigma+1)}{2}$.

» 6. Appelons polynome d'indice n, et désignons par $K_n(x)$ le polynome

$$Q_{n,2} + Q_{n,4}x + Q_{n,6}x^2 + \ldots + Q_{n,2\nu}x^{\nu-1},$$

qui a pour coefficients les nombres composant, dans notre triangle, la ligne de rang $n - 1$.

» IX. *Ce polynome satisfait à l'équation aux différences mêlées*

$$K_n = [2 + (n-3)x]K_{n-1} + 2(x - x^2)\frac{dK_{n-1}}{dx}.$$

» X. *Dans les permutations circulaires de n éléments, si l'on désigne par* μ_n *la valeur moyenne du nombre des séquences d'une permutation, on a, pour toute valeur de n supérieure à* 2,

$$\frac{\mu_n}{n} = \frac{2}{3},$$

de sorte que ce rapport de μ_n *à n est indépendant de n.*

» XI. *Dans les permutations circulaires de n éléments, si l'on désigne par* M_n *la valeur moyenne du carré du nombre des séquences d'une permutation, on a, pour toute valeur de n supérieure à* 4,

$$\frac{M_n}{n^2} = \frac{20n+8}{45n},$$

et ce rapport de M_n *à* n^2 *tend vers la limite* $\frac{4}{9}$ *lorsque n croît indéfiniment.*

» 7. La série entière à deux variables

$$K_2(x) + \frac{y}{1!}K_3(x) + \frac{y^2}{2!}K_4(x) + \frac{y^3}{3!}K_5(x) + \ldots$$

est une série génératrice de tout le triangle.

» XII. *Cette série est convergente pour toutes les valeurs de x et de y dont les modules sont l'un et l'autre inférieurs à l'unité.*

» XIII. *La somme* $\xi(x, y)$ *de cette série, c'est-à-dire la fonction génératrice de tout le triangle, satisfait à l'équation aux dérivées partielles*

$$2(x^2 - x)\frac{\partial\xi}{\partial x} + (1 - xy)\frac{\partial\xi}{\partial y} = 2\xi.$$

» XIV. *Si l'on pose*

$$v = L\frac{1+\sqrt{1-x}}{\sqrt{x}} - y\sqrt{1-x},$$

cette fonction génératrice $\xi(x, y)$ *est donnée par la formule*

$$\xi(x, y) = 4\left(\frac{1}{x} - 1\right)(e^v - e^{-v})^{-2}.$$

» 8. Ces différents résultats rappellent tout à fait ceux que j'ai trouvés pour les permutations rectilignes. Ils sont, en général, beaucoup plus simples. Les propositions II, III, X nous présentent ce phénomène sin-

gulier de propriétés asymptotiques des permutations rectilignes transformées en propriétés habituelles des permutations circulaires. Il y a donc une analogie entre les permutations circulaires d'un nombre quelconque d'éléments et les permutations rectilignes qui en ont un très grand nombre. Cette analogie s'explique facilement, si l'on remarque que ces deux sortes de permutations sont des groupes d'une régularité absolue ou pour ainsi dire absolue, tandis que les permutations rectilignes d'un nombre fini d'éléments présentent unè certaine irrégularité due à la présence de leurs éléments extrêmes. Or, dans les permutations circulaires, quel que soit le nombre des éléments, cette cause d'irrégularité n'existe point; et, dans les permutations rectilignes, lorsque ce nombre est infiniment grand, elle est infiniment atténuée. »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur une application de la théorie de la probabilité des erreurs aux nivellements de haute précision*. Note de M. **M. d'Ocagne.**

« En étudiant l'influence des erreurs *toujours de même sens* (enfoncement du piquet sous le poids de la mire; interposition de poussières entre un collier de lunette et la fourche qui le supporte, etc.), M. Lallemand s'est trouvé amené à admettre que ces erreurs suivent une loi de probabilité de la forme

$$p_x^{x+dx} = \frac{2h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 x^2} dx. \tag{1}$$

» Si x_1 et x_2 sont des erreurs de cette nature commises sur deux lectures consécutives, la différence de niveau des points correspondants est entachée de l'erreur $y = x_1 - x_2$.

» Dès lors se pose le problème suivant : *La valeur probable d'une quantité variable étant, par définition, celle dont la probabilité est égale à $\frac{1}{2}$, déduire de la valeur probable x_0 de x, la valeur probable y_0 de y.*

» La solution de ce problème, bien connue pour le cas où x peut varier dans tout le champ de $-\infty$ à $+\infty$, se trouve, comme on va voir, profondément modifiée par ce seul fait que les variations de x sont limitées de 0 à $+\infty$.

» La probabilité pour que l'on ait simultanément les erreurs x_1 et x_2 est donnée, lorsque l'on admet la loi (1), par

$$\frac{4h^2}{\pi} e^{-h^2(x_1^2+x_2^2)} dx_1\, dx_2.$$

» Dès lors, la probabilité q_y^{y+dy}, pour que la différence $x_1 - x_2$ soit comprise entre y et $y + dy$, est donnée par

$$
\begin{aligned}
q_y^{y+dy} &= \frac{4h^2}{\pi} \int_y^\infty \int_{x_1-(y+dy)}^{x_1-y} e^{-h^2(x_1^2+x_2^2)}\, dx_1\, dx_2 \\
&= \frac{4h^2}{\pi} dy \int_y^\infty e^{-h^2[x_1^2+(x_1-y)^2]}\, dx_1 \\
&= \frac{4h^2}{\pi} dy \int_y^\infty e^{-h^2\left[\left(x_1\sqrt{2}-\frac{y}{\sqrt{2}}\right)^2+\frac{y^2}{2}\right]}\, dx_1.
\end{aligned}
$$

» Faisant sortir du signe $\int$ le facteur indépendant de la variable d'intégration, et posant

$$h\left(x_1\sqrt{2} - \frac{y}{\sqrt{2}}\right) = t,$$

on a

$$q_y^{y+dy} = \frac{4h}{\pi\sqrt{2}} e^{-\frac{h^2y^2}{2}} dy \int_{\frac{hy}{\sqrt{2}}}^\infty e^{-t^2}\, dt.$$

» Introduisons ici la fonction

$$\Theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-t^2}\, dt,$$

dont la Table est donnée dans le *Calcul des probabilités* de M. J. Bertrand (p. 329 à 332). Nous avons, en remarquant que $\Theta(\infty) = 1$,

$$q_y^{y+dy} = \frac{4h}{\pi\sqrt{2}} e^{-\frac{h^2y^2}{2}} \left[\frac{\sqrt{\pi}}{2} - \frac{\sqrt{\pi}}{2}\Theta\left(\frac{hy}{\sqrt{2}}\right)\right] dy,$$

ou, en posant $\frac{h}{\sqrt{2}} = k$,

$$q_y^{y+dy} = \frac{2k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2y^2}[1 - \Theta(ky)]\, dy. \tag{2}$$

» Par suite, la probabilité q_{-y}^{+y} pour que $x_1 - x_2$ soit compris entre $-y$ et $+y$ est donnée par

$$q_{-y}^{+y} = \int_{-y}^{y} q_y^{y+dy} = 2\int_0^y q_y^{y+dy} = \frac{4k}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-k^2y^2}[1 - \Theta(ky)]\, dy,$$

ou, en posant $ky = u$,

$$q_{-y}^{+y} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_0^{ky} e^{-u^2}\, du - \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_0^{ky} e^{-u^2}\Theta(u)\, du.$$

» Or, puisque, par définition,

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^u e^{-u^2}du = \Theta(u),$$

on a

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-u^2}du = d\Theta(u).$$

» Il vient, par suite,

$$(3) \qquad q_{-y}^{+y} = 2\Theta(ky) - \Theta^2(ky).$$

» La valeur probable y_0 étant, comme nous venons de le dire, celle pour laquelle $q_{-y}^{+y} = \frac{1}{2}$ est donnée par l'équation

$$\Theta^2(ky_0) - 2\Theta(ky_0) + \tfrac{1}{2} = 0,$$

d'où

$$\Theta(ky_0) = 1 - \sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0,2929\ldots,$$

et, par interpolation dans la table de la fonction Θ,

$$ky_0 = 0,2657\ldots.$$

» Comme on a d'ailleurs $k = \frac{h}{\sqrt{2}}$ et $hx_0 = 0,4769\ldots$, il vient finalement

$$y_0 = \frac{0,2657}{0,4769}\sqrt{2}\,x_0 = 0,7879x_0,$$

ou, très approximativement,

$$y_0 = 0,8x_0.$$

» *Remarque I.* — La fonction Θ étant paire, la formule (3) peut s'écrire

$$q_0^y = 2\,\frac{\Theta(ky)}{2}\left[1 - \frac{\Theta(ky)}{2}\right].$$

» Or, $\frac{\Theta(ky)}{2}$ est la probabilité pour que $x_1 - x_2$ soit compris entre 0 et y, *lorsque x_1 et x_2 varient de* $-\infty$ *à* $+\infty$. La formule précédente exprime donc que :

» *La probabilité pour que, x_1 et x_2 variant de 0 à $+\infty$, la différence $x_1 - x_2$ soit comprise dans l'intervalle de 0 à y, est égale au double produit des probabilités pour que, x_1 et x_2 variant de $-\infty$ à $+\infty$, cette différence soit comprise dans cet intervalle ou lui soit extérieure.*

» *Remarque II.* — Il n'y aurait rien à changer à l'analyse précédente, si l'on admettait que la loi (1) eût la forme

$$p_x^{x+dx} = \frac{2h}{\sqrt{\pi}}e^{-h^2(x-\alpha)^2}dx,$$

α étant une constante à déterminer expérimentalement. Il suffirait simplement de reporter l'origine des quantités x au point $x = \alpha$. »

OPTIQUE. — *Sur les réseaux quadrillés employés en photogravure.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. A. Cornu.

« I. On sait que les procédés de photogravure, d'une application industrielle si rapide et si commode, sont impuissants à reproduire les demi-teintes; ils exigent l'emploi de clichés de traits ne présentant que des blancs et des noirs absolus.

» Un grand nombre d'essais ont été faits en vue de transformer les clichés ordinaires en clichés de lignes, en rompant par des hachures la continuité des demi-teintes. Les solutions ont été souvent ingénieuses, mais d'une application quelquefois difficile; l'emploi du réseau quadrillé résout le problème d'une manière parfaite et très simple.

» Le réseau est un quadrillage très fin (40 à 60 traits au centimètre) gravé ou photographié sur une glace de verre.

» Pendant l'exposition à la chambre noire, on dispose le réseau à une très petite distance en avant de la surface sensible ($0^{mm},2$ à $0^{mm},5$). Cette distance doit d'ailleurs varier avec la dimension des traits, la distance focale de l'objectif et le diamètre du diaphragme.

» Si l'épreuve a été faite dans de bonnes conditions (distance exacte, temps de pose convenable, triple environ de la pose sans réseau), on remarquera en étudiant le cliché à la loupe que les grands clairs sont reproduits par un pointillé très fin, les demi-teintes par une sorte de damier présentant des carrés noirs et blancs de même dimension, et les parties plus foncées par un pointillé blanc sur fond noir, les points blancs étant d'autant plus petits que la teinte était plus noire.

» Une épreuve dans ces conditions peut être immédiatement reproduite en photolithographie, zincographie ou photogravure.

» Cependant, l'évaluation de la distance séparant le réseau quadrillé de la glace sensible est assez délicate et ne s'obtient que par tâtonnement.

» Si la glace est trop près du quadrillage, les demi-teintes apparaissent au milieu des mailles du réseau qui sont reproduites de même épaisseur sur toute la surface. Si au contraire la distance est trop grande, le réseau disparaît dans un gris uniforme.

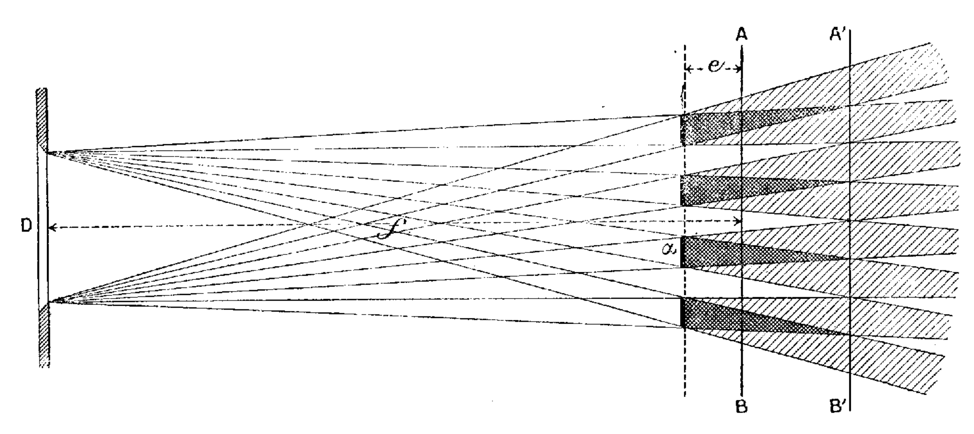
» II. On a invoqué les phénomènes de diffraction pour expliquer les

résultats produits par le réseau quadrillé; il est facile de voir que l'influence de la diffraction est ici tout à fait négligeable, la largeur des franges obtenues, dans ces conditions, ne dépassant pas $0^{mm},01$.

» Si l'on remarque d'autre part que le diaphragme fonctionne comme une source lumineuse, chaque point donnant naissance à son système de franges, le phénomène disparaîtrait, même si la diffraction due à un des points de la surface était observable.

» La théorie élémentaire des ombres suffit à expliquer toutes les particularités observées :

» Chaque trait noir du réseau projette derrière lui un cône d'ombre et chaque intervalle un cône de lumière de même dimension.



» Ces deux cônes seront séparés par une pénombre dont l'importance dépendra du diamètre du diaphragme et de la distance de ce diaphragme considéré comme source de lumière au réseau, c'est-à-dire du foyer de l'objectif.

» Si nous éloignons graduellement du quadrillage un verre dépoli, nous observerons les phénomènes suivants :

» Au contact, les mailles sont reproduites très nettement, la pénombre étant insensible. Pour une distance un peu plus grande, la ligne de séparation de l'ombre et de la lumière devient moins nette, la pénombre empiétant de part et d'autre.

» En A'B', lorsque le verre dépoli passe par le sommet des cônes d'ombre et de lumière, l'image du quadrillage disparaît à peu près, les variations d'intensité de la pénombre indiquant seules sa présence.

» Enfin, pour une distance plus grande, on trouverait une image grossière de mailles, les pénombres se superposant deux à deux.

» Assez difficiles à observer sur le réseau photographique, étant donné le peu de largeur des traits, les phénomènes deviennent très visibles en employant un réseau plus gros : une toile métallique, par exemple.

» Il est évident que c'est entre le contact et la position A'B' qu'il faut placer la surface sensible, mais on ne voit pas *a priori* comment déterminer cette distance.

» Le phénomène est, en outre, compliqué d'un fait bien connu des photographes et désigné sous le nom d'*irradiation*.

» Les particules de bromure d'argent, vivement éclairées, deviennent pour les molécules voisines de véritables sources lumineuses, de sorte que l'image photographique de lignes blanches sur fond noir, par exemple, sera plus grosse que celle de lignes noires sur fond blanc.

» Ce phénomène d'irradiation joint aux *variations d'intensité lumineuse de la pénombre* aux différents points de l'image photographique explique les effets d'empiètement de la lumière sur les parties protégées par les ombres des traits noirs.

» L'expérience, effectuée au moyen de réseaux industriels et sur les émulsions généralement employées, permet seule de donner numériquement les meilleures conditions de l'expérience.

» J'ai trouvé de cette manière que la largeur de la pénombre doit être égale *à la moitié* de celle de l'ombre totale et par conséquent de la lumière, pour donner le meilleur résultat final.

» Les triangles semblables, formés par les rayons émanés des bords du diaphragme et se croisant aux bords de chacun des traits du réseau, permettent facilement de voir que cette condition est réalisée quand

$$e = \frac{af}{3D}.$$

» Pour un objectif muni du diaphragme normal $\frac{f}{10}$, on a sensiblement

$$e = 3a,$$

ce qui donne $e = 0^{mm},3$ pour un réseau de 50 traits au centimètre.

» Le manque de planéité des glaces photographiques ne permet pas de réaliser facilement le parallélisme du quadrillage et de la surface sensible; il serait préférable d'augmenter un peu le rapport $\frac{f}{D}$ par un plus petit diaphragme, de manière à obtenir e plus grand. Dans ces conditions, les erreurs dues aux ondulations des glaces seront plus faibles. En tout cas

la formule permettra de déterminer rapidement les meilleures conditions d'emploi du réseau dans les conditions les plus diverses. »

OPTIQUE. — *Sur la « déviation moléculaire » ou le « pouvoir rotatoire moléculaire » des substances actives.* Note de M. A. AIGNAN.

« Au cours de ses beaux travaux sur la dissymétrie moléculaire des substances actives, M. Ph.-A. Guye a été conduit à considérer une constante nouvelle, qu'il désigne sous le nom de *déviation moléculaire,* et qui, pour la raie D, sera représentée par $(\delta)_D$. Par définition, on pose

$$(\delta)_D = \frac{\alpha}{l}\sqrt[3]{\frac{M}{d}},$$

α est la déviation du plan de polarisation de la lumière qui a traversé une longueur l de substance active, M est le poids moléculaire, d la densité du corps actif à la température d'observation.

» On comprendra aisément, dit M. Guye, que $(\delta)_D$ représente les déviations observées pour des colonnes liquides contenant toutes le même nombre de molécules. Le volume moléculaire apparent étant $\frac{M}{d}$, la racine cubique de cette expression est, en effet, proportionnelle aux longueurs contenant le même nombre de molécules (¹).

» D'autre part, le *pouvoir rotatoire spécifique* $[\alpha]_D$, tel qu'il a été défini par Biot, a pour expression

$$[\alpha]_D = \frac{\alpha}{ld},$$

et le pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha']_D$, tel que je l'ai défini dans un précédent Mémoire (²), est représenté par

$$[\alpha'] = M\frac{\alpha}{ld} = M[\alpha].$$

» Il est certain que, s'il s'agit de liquides purs, non mélangés à un dissolvant quelconque, le terme $(\delta)_D$, défini par M. Guye, a bien le même signe que le terme de Biot, et, quand il s'agit de vérifier d'une manière

(¹) *Comptes rendus,* t. CXVI; 1893.

(²) *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 1893; *Annales de Chimie et de Physique,* 1894.

approchée les lois établies par M. Guye au sujet du tétraèdre schématique, il importe assez peu de considérer l'une ou l'autre formule.

» Mais il est utile de remarquer que l'expression proposée par le savant professeur de Genève est inexacte : 1° en fait, parce que l'expérience montre que cette valeur de l'action des molécules actives varie avec la dilution; 2° en théorie, parce que $(\delta)_D = \frac{\alpha}{l}\sqrt[3]{\frac{M}{d}}$ ne représente pas, comme l'a dit M. Guye, « les déviations observées pour des colonnes liquides » renfermant toutes le même nombre de molécules actives ».

» I. Si nous comparons la *déviation moléculaire* $(\delta)_D$ au *pouvoir rotatoire spécifique* $[\alpha]_D$ de Biot, on a

$$(\delta)_D = [\alpha]_D \sqrt[3]{M d^2}.$$

» Considérons une masse M de corps actif, de densité d, égale à une molécule-gramme dissous dans une masse α d'un dissolvant neutre, c'est-à-dire ne modifiant pas la molécule du corps dissous. Soit d_1 la densité de la dissolution; sa concentration ε sera $\frac{M}{M+Q}$. En raisonnant comme M. Guye, nous arrivons, dans ce cas, à l'expression de la déviation moléculaire

$$(\delta)_D = [\alpha]_D \sqrt[3]{M \varepsilon^2 d_1^2},$$

et l'on voit que cette *déviation moléculaire* est une quantité *variable*, qui diminue à mesure que la dilution augmente et que l'on dissout le corps actif dans un dissolvant plus léger. Le facteur $[\alpha]_D$, valeur du *pouvoir rotatoire* de Biot, est, en effet, un terme constant.

» II. L'erreur de M. Guye vient de ce qu'il assimile implicitement les rayons lumineux à des droites géométriques et les molécules actives à des points rencontrés par ces droites; or, cette conception n'est pas admissible. Il convient de prendre dans le trajet de l'onde polarisée incidente un faisceau prismatique de section finie et d'examiner l'action des particules actives, qui se trouvent sur la trajectoire de la partie de l'onde considérée. Pour fixer les idées, nous supposerons que la section du faisceau lumineux est égale à l'*unité*. En traversant une épaisseur l de dissolution active, le plan de polarisation de la lumière éprouve une déviation α; pour une épaisseur égale à *un*, la déviation serait $\frac{\alpha}{l}$. Soit dans ce cas N le nombre de molécules actives rencontrées par le faisceau, une molécule produit une déviation moyenne $(\delta)_D = \frac{\alpha}{lN}$.

» Soit M le poids moléculaire du corps actif considéré, sa masse spécifique, c'est-à-dire la masse de corps actif dans l'unité de volume de la dissolution, sera

$$\rho = N \times M, \qquad \text{d'où} \qquad N = \frac{\rho}{M};$$

portons dans l'expression de la déviation moyenne, ou *déviation moléculaire* $(\delta)_D$, pour employer l'expression de M. Guye, il vient

$$(\delta)_D = M \frac{\alpha}{l\rho} = M[\alpha]_D$$

et cette valeur de la *déviation moléculaire* est constante et indépendante de la dilution, comme le pouvoir rotatoire spécifique de Biot, quand il s'agit de corps actifs qui ne sont pas modifiés par la dissolution.

» *Conclusion.* — Il n'y a donc pas lieu de substituer à l'expression du pouvoir rotatoire spécifique de Biot

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l\rho} = \frac{\alpha}{l\varepsilon d}$$

l'expression nouvelle et inexacte

$$(\delta) = \frac{\alpha}{l}\sqrt[3]{\frac{M}{d}},$$

qui, depuis la Note de M. Guye, a été adoptée, dans la rédaction de leurs Mémoires, par plusieurs savants en France et à l'étranger. »

PHYSIQUE. — *Sur un radiomètre de construction symétrique, tournant sous l'action d'un éclairement dissymétrique.* Note de M. **G. Seguy**, présentée par M. Lippmann.

« Ce radiomètre est de construction entièrement symétrique. Les ailettes, en mica cuit, ont leurs deux faces pareilles. Exposé simplement à la lumière, l'instrument reste immobile.

» On l'entoure d'une boîte opaque, percée de deux fenêtres latérales, par lesquelles pénètrent deux rayons de lumière ou de chaleur rayonnante. Ces deux rayons arrivent tangentiellement à la circonférence décrite par un point du moulinet, et en sens contraire comme les forces d'un couple. Sous l'action de cette sorte de couple lumineux, le moulinet se met à tourner avec énergie [1]. »

---

[1] Voir G. Seguy, *Comptes rendus* du 15 décembre 1890.

ÉLECTRICITÉ. — *Électromètre absolu pour les hauts potentiels; modèle étalon; modèle simplifié* (¹). Note de MM. **H. Abraham** et **J. Lemoine**, présentée par M. Mascart.

« L'électromètre absolu que nous avons réalisé est un électromètre balance à disque plan et anneau de garde analogue à celui que M. Baille a construit sur le principe bien connu donné par Lord Kelvin (²).

» La balance a un fléau court (bras de levier = 6^{cm}) dont l'oscillation est limitée par des butoirs. Elle est établie sur une table solide en laiton portée par quatre colonnes métalliques à 28^{cm} au-dessus de la base de l'appareil. Une large ouverture circulaire, ménagée dans la table de laiton, laisse passer le disque attiré ($R = 5^{cm},95$) placé à l'intérieur d'un anneau de garde ($R = 11^{cm}$) avec un jeu de $0^{cm},025$. L'anneau de garde est soutenu à $1^{cm},5$ au-dessous de la table rigide par trois fortes vis de rappel qui permettent de le régler. Le disque mobile est maintenu centré dans le plan de l'anneau de garde au moyen de trois haubans horizontaux très légers, à peine tendus. Ce disque, en aluminium, est équilibré par un contrepoids suspendu à l'autre extrémité du fléau, pourvu d'écrous de réglage. Pour l'exécution de la pesée, la tige qui soutient le disque attiré et celle du contrepoids portent chacune un plateau au-dessus des couteaux de suspension. L'aiguille de la balance prolonge le fléau du côté opposé au contrepoids.

» Cette balance donne le milligramme.

» Le socle de l'appareil, les colonnes montantes, la balance, le disque et l'anneau de garde forment un seul conducteur relié au sol.

» Dans l'espace vide qui se trouve au-dessous du disque attiré, se déplace verticalement un grand plateau horizontal isolé ($R = 11^{cm}$), que l'on reliera au conducteur dont on veut mesurer le potentiel.

» Ce plateau est soutenu en son centre par une genouillère servant au réglage. L'isolement est assuré par une colonne de verre vernie à la gomme laque longue de $7^{cm},5$. La course du plateau est un peu inférieure à 5^{cm}. Ces déplacements sont produits et mesurés par le dispositif connu : pied à crémaillère et fenêtre à vernier.

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(²) Cet instrument a été construit avec une grande perfection par M. J. Carpentier à qui nous adressons tous nos remercîments.

» Les plateaux, travaillés par une méthode de retouches locales, sont dressés au centième de millimètre. Leur distance est de plusieurs centimètres, le vernier la détermine au millième; l'électromètre devra donc donner cette précision dans la mesure des potentiels. Ainsi, une différence de potentiel de 40000 volts sera mesurée à 40 volts près.

» Controle. — L'isolement est suffisamment bon :

» 1° Le plateau ayant été chargé à 10000 volts, on en tire encore une étincelle au bout de vingt-quatre heures;

» 2° Aucune effluve ni étincelle n'est visible jusqu'au potentiel limite de 45000 volts.

» Comme expérience de contrôle, nous avons mesuré un même potentiel pour différentes distances entre les plateaux :

F = attraction.	d = distance des plateaux.	$d\sqrt{F}$.
gr 9	cm 0,633	18,99
16	0,475	19,00
25	0,379	18,95
36	0,316	18,96

» Le produit $d\sqrt{F}$ aurait dû rester constant.

» Instabilité de la balance. — Le potentiel étant maintenu constant, on soulève le plateau inférieur jusqu'à ce que l'attraction équilibre la surcharge F. A ce moment, la balance culbute, car l'équilibre est instable.

» Dans ces conditions, les mesures se font avec une grande netteté. Cependant l'appareil permet d'opérer en équilibre stable en donnant au fléau un moment de stabilité suffisant. A cet effet, le fléau porte un quatrième couteau situé à 6^{cm} au-dessous du couteau principal. L'équilibre devient stable quand on suspend à ce couteau un plateau chargé d'un poids suffisant qui, d'ailleurs, n'excède jamis 100^{gr}.

» Modèle simplifié. — Nous avons fait faire un modèle simplifié de cet appareil (¹). La balance employée est une balance de Roberval du modèle commercial. Les réglages ont été supprimés : le disque mobile et l'anneau de garde sont mis en place en faisant légèrement fléchir les tiges de support, qui sont en cuivre rouge très doux.

» Dans ce modèle simplifié, on a renforcé l'isolement et augmenté la course du plateau attirant : l'appareil supporte des potentiels plus élevés.

» Conclusion. — Avec le modèle étalon, on a le *millième* pour des potentiels dépassant 40000 volts; avec le modèle simplifié, on mesure au

(¹) Le modèle simplifié a été très bien construit par M. Torchebeuf, à Paris.

centième, et toujours en valeurs absolues, des potentiels qui atteignent 100 000 volts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Un galvanomètre extrêmement sensible* (1).
Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de recherches sur l'aimantation par la méthode balistique qui seront publiées prochainement, et dans lesquelles j'ai eu à mesurer des flux d'induction extrêmement faibles, j'ai été conduit à modifier le type habituel du galvanomètre astatique de Thomson dans le but d'augmenter sa sensibilité et la sûreté de ses indications.

» I. Si l'on considère la durée d'oscillation comme donnée, la sensibilité d'un système astatique est proportionnelle au rapport du moment magnétique des aimants dans une paire de bobines au moment d'inertie total du système. Pour un équipage réduit aux deux aimants fixés sur une monture de masse négligeable et n'entraînant pas de miroir, il est évident que la sensibilité est d'autant plus grande que les aimants sont plus courts, à intensité d'aimantation égale, le moment d'inertie décroissant avec la longueur, plus vite que le moment magnétique. Si l'on ajoute dans un tel système, à l'aimant unique dans chaque paire de bobines, plusieurs aimants *identiques* au premier, on multiplie le moment magnétique et le moment d'inertie par le même nombre, et la sensibilité ne change pas. Quand il y a un miroir, la sensibilité croît, au contraire, tant que le moment d'inertie du miroir n'est pas petit par rapport à celui des aimants. Dans la pratique, l'emploi d'un grand nombre de petits aimants très rapprochés ou d'aimants gros et courts est limité par l'action démagnétisante qu'ils exercent sur eux-mêmes et sur les aimants voisins.

» On peut tourner cette difficulté en formant le système astatique de deux longues aiguilles verticales, parallèles à l'axe de rotation et dont les pôles de nom contraire sont en regard, de façon à réaliser un circuit magnétique presque fermé. Chacun des deux systèmes de pôles voisins remplace un des aimants de la forme habituelle de l'équipage astatique et est placé au centre d'une des paires de bobines. L'absence presque complète de force démagnétisante permet alors de donner à l'acier le maximum d'aimantation permanente, même pour des aiguilles de fort diamètre et, en faisant décroître leur distance, on augmente à volonté le rapport du moment magnétique au moment d'inertie.

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

» Pour ne pas allonger et alourdir inutilement les aiguilles, il faut que les axes des deux paires de bobines ne soient pas trop éloignés. On a donc intérêt à rapprocher les bobines jusqu'au contact, et à prendre leur diamètre extérieur aussi petit que possible. Si l'on se sert de fil de même grosseur pour toute la bobine, il est avantageux, indépendamment de toute considération sur le système astatique, de prendre le rapport du diamètre extérieur au diamètre intérieur plus petit qu'on ne fait d'habitude. Soit, en effet, Gi le champ dans une paire de bobines traversée par un courant d'intensité i, et R la résistance du galvanomètre ; une forme de bobine donne un résultat d'autant meilleur que $\frac{G}{\sqrt{R}}$ est plus grand. Si l'on suppose la surface extérieure de la bobine homothétique de celle de la cavité dans laquelle se meuvent les aimants, $\frac{G}{\sqrt{R}}$ est maximum quand le rapport d'homothétie de ces surfaces est $1+\sqrt{3}$, c'est-à-dire pratiquement 3. Ce résultat est applicable, très approximativement, à des bobines cylindriques percées de part en part d'une cavité également cylindrique.

» II. J'ai construit deux galvanomètres conformes aux indications précédentes. Dans le premier, le poids total du système mobile est de $0^{gr},47$, la partie magnétique est double et composée de deux systèmes de deux aiguilles aimantées de $0^{mm},6$ de diamètre et de 36^{mm} de longueur dont les axes sont écartés de $2^{mm},6$, collés sur chacune des faces d'une lame mince de mica qui porte au-dessous des bobines un miroir concave de $3^{m},75$ de rayon et 1^{cmq} de surface pesant $0^{gr},1$. Les bobines faites en fil de $0^{mm},22$ ont une résistance totale de 146ω, leurs diamètres extérieur et intérieur sont 27^{mm} et 9^{mm}, et la dimension dans le sens de l'axe 8^{mm} pour chacune d'elles.

» Si nous appelons, avec MM. Ayrton Mather et Sumpner [1], *sensibilités d'un galvanomètre* le nombre de divisions qu'il indique pour 1 microampère divisé par la racine carrée de la résistance, l'échelle étant à une distance du miroir égale à 2000 divisions, et la durée de l'oscillation simple étant de cinq secondes, j'ai obtenu avec cet instrument $S = 110$.

» Le deuxième galvanomètre est une réduction du premier dans le rapport de 9 : 5 quant aux bobines. Les deux aiguilles d'acier ont $0^{mm},2$ de diamètre et 18^{mm} de longueur, et leur écartement est de $1^{mm},2$. Le miroir pèse 8^{mg} et a une forme rectangulaire allongée dans le sens de l'axe (7^{mm} sur 2^{mm}), qui rend son moment d'inertie très faible.

---

(1) Ayrton Mather et Sumpner, *On Galvanometers* (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXX, p. 58; 1890).

» Le fil de cocon ayant un couple de torsion trop fort, on a fait usage, pour la suspension, d'un fil d'araignée qui permettait d'allonger à volonté la durée d'oscillation au moyen d'un aimant directeur. Le mouvement devenait apériodique quand elle atteignait cinq secondes. J'ai trouvé, pour la sensibilité, S = 1200. Un système astatique, encore un peu plus léger, m'a donné S = 1500. Ces nombres, obtenus avec des équipages astatiques grossièrement construits avec des matériaux quelconques, sont déjà très élevés, mais seront certainement dépassés dans le modèle définitif dont M. Carpentier achève actuellement l'exécution avec son habileté bien connue. Je citerai comme terme de comparaison le galvanomètre étudié récemment par M. Wadsworth ([1]) pour l'observatoire de Washington qui donne S = 1300, avec un système astatique d'une construction plus minutieuse, l'application de procédés perfectionnés pour l'aimantation des aiguilles et des bobines construites suivant le profil théorique avec du fil de cinq grosseurs différentes. On ne saurait aller plus loin avec le système astatique à aiguilles horizontales, sans faire de la construction tout à fait microscopique comme M. Paschen ([2]).

» III. Le système astatique à aiguilles verticales présente encore quelques autres avantages. Le circuit magnétique presque fermé assure une grande constance à l'aimantation. Le premier des deux systèmes que j'ai décrit avait, au moment de sa construction, en mars 1894, une durée d'oscillation de huit secondes dans le champ terrestre; elle a été trouvée inaltérée en décembre, bien que l'instrument ait beaucoup servi et ait été traversé à plusieurs reprises par des courants trop forts.

» Pour les mesures balistiques, il était fréquemment étalonné par la méthode du solénoïde. Les nombres suivants, qui représentent le rapport de l'impulsion au courant inducteur, montrent la constance de la sensibilité :

11 mai 1894...	1,461	13 mai 1894...	1,462
» » ...	1,457	» » ...	1,469
12 mai » ...	1,467	» » ...	1,456
» » ...	1,463	» » ...	1,459
» » ...	1,463	» » ...	1,453
» » ...	1,463	» » ...	1,460
» » ...	1,458		

Les faibles variations qui restent sont attribuables aux variations de la résistance du circuit avec la température ou à des erreurs d'observation. On peut remarquer que la constance de l'aimantation est probablement due en partie à ce que les bobines et l'aimant directeur ne peuvent in-

([1]) Wadsworth, *Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXVIII, p. 553; 1894.
([2]) Paschen, *Wied. Ann.*, t. XXXXVIII, p. 284; 1893.

duire que des aimantations transversales et par conséquent très faibles dans les aiguilles verticales.

» L'astaticité est plus facile à réaliser que dans la construction ordinaire : elle ne suppose en effet que le parallélisme des aimants à l'axe de rotation et ne dépend pas de la grandeur de leur moment magnétique.

» A sensibilité égale, le système magnétique est plus lourd et par conséquent moins sensible aux trépidations que les systèmes à aiguilles horizontales (1). »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la plus ancienne série française d'observations thermométriques et météorologiques.* Note de M. l'abbé **Maze**, présentée par M. Mascart.

« Dans un Recueil de documents astronomiques que possède l'Observatoire national se trouve relié un cahier écrit de la main du prêtre astronome Ismaël Boulliau. Ce registre, car c'en est un, a pour titre : *Ad thermometrum observationes anno* 1658 *Parisiis*, et ce sous-titre : *Thermometrum Florentiæ fabricatum*. Or chacun de ces deux titres est une révélation : on ne connaissait pas, à Paris, d'observations thermométriques antérieures à celles de Lahire, et l'on ignorait qu'il eût été fait, hors de l'Italie, d'observations avec le thermomètre de l'Académie del Cimento. Comme les observations de Boulliau sont accompagnées de notes sur la direction du vent, les chutes de pluie ou de neige, le gel, le dégel, etc., la comparaison entre ces notes et le degré inscrit en regard permet de s'assurer que l'échelle employée est bien celle de l'Académie del Cimento, telle que Libri l'a fait connaître en 1830; c'est-à-dire que le zéro de Florence correspond à $-18°,75$ centigrades et le zéro de nos thermomètres à $13° \frac{1}{2}$ del Cimento.

» Ces observations vont du 25 mai 1658 au 19 septembre 1660 inclusivement, comprenant trois étés et deux hivers. Il y a quelques lacunes, chose inévitable, pour un homme qui observe seul et a d'autres occupations. Tout porte à croire que le thermomètre était installé rue des Poitevins et orienté à l'ouest, dans l'hôtel de Thou, transformé aujourd'hui en Hôtel des Sociétés savantes. Les moyennes que donnent ces observations

(1) Une partie des avantages des systèmes astatiques à aiguilles verticales a été signalée par A. Gray (*Absolute measurements in Electricity and Magnetism*, vol. II, 2e Part., p. 30), mais ils n'ont pas été employés, à ma connaissance, pour obtenir une grande sensibilité.

sont trop élevées; ce qui est d'ailleurs le défaut de toutes les observations anciennes. Cela tient, comme l'a fait remarquer M. Renou, il y a plus de vingt ans, à ce que le minimum observé n'est pas le véritable minimum.

» Le plus chaud des étés dont la température nous est donnée par cette série est celui de 1660 avec une moyenne de 20°, 6. Il débute par un tremblement de terre qui se fit sentir dans le sud de la France, de l'Océan au Rhône, le 21 juin à 4^h du matin. Dans les Pyrénées, la Gascogne et la région narbonnaise des édifices furent renversés.

» La température la plus élevée qui figure dans ces observations n'a pas été constatée en été, mais le 14 avril 1659, à 4^h du soir, elle équivaut à 33°, 33 centigrades. Boulliau affirme que la chaleur était extraordinaire pour la saison. On ne trouve pas dans notre siècle d'exemple de mois d'avril aussi chaud, sauf peut-être celui de 1865.

» On savait que pendant l'hiver 1659-1660, les oliviers avaient été gelés en Provence. Mais on n'avait pas de renseignements sur cet hiver à Paris.

» Les observations de Boulliau permettent de l'étudier dans tous ses détails. La moyenne du trimestre décembre, janvier, février n'est que de 1°, 16 centigrade. Nous ne trouvons pas d'observations au-dessous de — 8° centigrades. Mais la température a dû descendre beaucoup plus bas en plaine. Les jours où une température inférieure à — 6° centigrades a été observée sont : les 26, 27, 28 et 29 décembre, les 12, 16, 27, 28, 29 et 30 janvier et enfin les 8 et 9 février. Cet hiver fut très long; la gelée commença dans la nuit du 13 au 14 décembre et continua jusqu'à la nuit du 24 au 25 février; on eut ainsi 74 jours consécutifs avec gelée plus ou moins intense, interrompue çà et là pendant quelques heures seulement. La Seine commença à charrier le 19 décembre; mais on ne trouve pas mention de prise ni de débacle.

» On voit que cette série, la première faite hors de l'Italie, et qui n'a pour aînée connue, dans le monde entier, que celle du P. Raineri, commencée à Florence trois ans plus tôt (1655), est loin d'être sans intérêt. Elle comble utilement une lacune dans l'histoire climatologique de Paris. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le premier thermomètre à mercure.* Note de M. l'abbé **Maze**, présentée par M. Mascart.

« Dans l'histoire du Thermomètre, écrite par M. Renou avec un soin et une érudition qu'on ne saurait contester, on lit : « Fahrenheit est le pre-» mier qui ait construit un thermomètre à mercure, etc. La date, si inté-» ressante pour les météorologistes, du thermomètre à mercure, peut donc » être rapportée à 1721. » Or, dès la fin de mars 1659, ou 62 ans avant l'invention de Fahrenheit, Ismaël Boulliau employait un thermomètre à mercure concurremment avec son thermomètre de Florence. Ce thermomètre avait une échelle arbitraire, mais il nous a été possible de la déter-

miner en profitant de cette circonstance que les observations ont été faites comparativement avec d'autres pour lesquelles le thermomètre employé était celui de l'Académie del Cimento. Ayant constaté que le degré 6 est celui qui revient le plus souvent, nous en avons calculé la valeur par la méthode des moindres carrés. Cette valeur est 6°,66 centigrades, avec une erreur probable de 0°,21. Malheureusement les observations donnant les autres degrés sont trop peu nombreuses pour qu'il ait été possible de procéder de même à leur égard. Cependant, la comparaison des moyennes nous a permis de fixer, avec une assez grande probabilité, la valeur du degré inconnu à 10°,07 centigrades, ce qui met le zéro de cette échelle à —53°,76 centigrades. La température de la glace fondante serait de 5°,34 et celle de l'eau bouillante 15°,27.

» Il est probable que ce degré, qui en représente plus de dix des nôtres, était indiqué par une distance linéaire assez courte; ce qui explique comment le même degré mercuriel peut avoir été noté comme équivalant tantôt à un degré, tantôt à un autre du thermomètre del Cimento. Cela nous fait aussi comprendre pourquoi, après six semaines, Boulliau cessa de consulter régulièrement ce thermomètre paresseux et presque sans variations. Il est possible aussi que le souvenir de cet échec soit pour quelque chose dans la préférence que, pendant longtemps, les savants français ont donné à l'alcool comme liquide thermométrique. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des iodures anhydres de baryum et de strontium.* Note de M. **Tassilly.**

« Les constantes thermiques de l'iodure anhydre de calcium ont été déterminées par Thomsen.

» J'ai essayé de déterminer celles des iodures anhydres de baryum et de strontium.

» On peut obtenir aisément ces iodures fondus, mais ils contiennent une forte proportion d'eau dont il est difficile de les débarrasser, et, en outre, le plus souvent un excès de base.

» Pour obtenir ces corps secs et purs j'ai eu recours à deux méthodes.

» *La première méthode* consiste à chauffer l'iodure cristallisé dans un courant d'azote; ce procédé serait excellent s'il permettait de chasser la totalité de l'eau; malheureusement on est obligé de s'arrêter avant la dessiccation complète, car si l'on prolonge l'expérience il y a décomposition du produit, ce qui se traduit par une mise en liberté d'iode.

» Pour l'iodure de baryum, cette méthode a fourni un produit donnant à l'analyse les nombres suivants :

		Théorie.
Ba............	34,1	35,03
Io..............	63,4	64,96
	97,5	99,99

» Cet iodure contient donc encore 2,5 pour 100 d'eau.

» Avec l'iodure de strontium, les résultats sont encore moins bons.

» *La deuxième méthode* à laquelle j'ai eu recours consiste à dessécher l'iodure fondu dans un courant d'acide iodhydrique ; on chasse ainsi l'eau en même temps qu'on sature, par l'acide iodhydrique, l'excès de base.

» On peut commencer l'opération dans une cornue et l'achever dans un tube sur une grille à analyse organique. Dans ces conditions, on obtient un produit sensiblement anhydre.

» J'ai déterminé la chaleur de dissolution dans l'eau des iodures de baryum et de strontium préparés par cette méthode, en m'assurant chaque fois que la solution aqueuse était neutre au papier de tournesol et j'ai dosé, dans cette liqueur, l'iode à l'état d'iodure d'argent et le métal à l'état de sulfate.

» Voici pour le baryum la moyenne de mes analyses :

		Théorie.
Io..............	64,23	64,96
Ba..............	34,76	35,03
	98,99	99,99

» J'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution dans l'eau vers 16°,

$$\left.\begin{matrix}10,34\\10,25\\10,36\\10,21\end{matrix}\right\} 10,29,$$

soit environ $+ 10^{Cal},3$ pour BaI^2.

» Pour l'iodure de strontium fondu, desséché dans un courant d'acide iodhydrique, j'ai obtenu

		Théorie.
Io..............	73,95	74,38
Sr..............	25,84	25,62
	99,79	100,00

chaleur de dissolution dans l'eau vers 12°,

$$\left.\begin{matrix}20,21\\20,71\end{matrix}\right\} 20^{Cal},46,$$

soit environ $+ 20^{Cal},5$ pour SrI^2.

» Connaissant la chaleur de formation à partir des éléments et dans l'état dissous des iodures de strontium et de baryum, on en déduit :

» 1° Chaleur de formation de BaI^2 solide à partir des éléments (x représentant la chaleur d'oxydation du baryum) :

Ba solide + I^2 gaz. = BaI^2 solide dégage.... $x + 13^{Cal},7$,
Ba solide + I^2 solide = BaI^2 solide dégage.... $x + 2^{Cal},9$;

» 2° Chaleur de formation de SrI^2 solide à partir des éléments :

Sr solide + I^2 gaz. = SrI^2 solide dégage.... $+ 123^{Cal},1$,
Sr solide + I^2 solide = SrI^2 solide dégage.... $+ 112^{Cal},3$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les propriétés des sels de nickel et de cobalt.* Note de M. de Koninck.

« M. de Koninck, professeur-directeur des laboratoires de Chimie analytique de l'Université de Liége, adresse en son nom et au nom de M. Lecrenier et de M. Ledent une réclamation de priorité relative aux propriétés des sulfures de nickel et de cobalt.

Ce qui suit est extrait textuellement de son *Traité de Chimie analytique minérale qualitative et quantitative* (Liege, 1894), t. I, p. 423.

» Propriétés des sels nickeleux. — .... II. L'acide sulfhydrique est sans action sur les solutions nickeleuses, acidulées d'un acide fort. En solution acétique, c'est-à-dire en présence d'acétate alcalin en excès, le nickel peut être précipité complètement sous forme de sulfure noir, à chaud et lorsque la proportion d'acide libre est faible. L'acétate ammonique réussit mieux ici que l'acétate sodique.

» III. Les sels nickeleux se comportent d'une manière très particulière vis-à-vis du sulfure ammonique (¹) ; en général, il se produit un précipité de sulfure nickeleux, noir, mais la réaction est sujette à des exceptions remarquables.

» 1° Lorsqu'on emploie un excès de sulfure ammonique ordinaire, jaune, c'est-à-dire contenant du polysulfure, une partie du sulfure de nickel, ou même la totalité

(¹) *Voir* le travail exécuté dans mon laboratoire par le Dr A. Lecrenier (*Chem. Ztg.*, 1889, nos 27 et 28).

de celui-ci, passe en solution et communique au liquide une coloration brunâtre ou brun noir, parfois très foncée.

» Cette solubilité du sulfure de nickel dans le polysulfure ammonique paraît due à la formation de sulfonickelate correspondant à un sulfure de nickel plus sulfuré que le sulfure nickeleux. La présence d'ammoniaque libre n'est pas nécessaire pour produire ce phénomène.

» 2° Le sulfure ammonique privé de polysulfure, donc décoloré, soit par agitation avec du mercure, soit, ce qui est plus pratique, en le chauffant avec un sulfite alcalin (ce qui donne lieu à la formation d'hyposulfite), précipite entièrement le nickel à l'état de sulfure, sauf ce qui est dit plus bas au 3°, et le liquide séparé du précipité est donc incolore.

» 3° Lorsque la solution nickeleuse est très diluée et exempte de sels étrangers, le sulfure ammonique, même décoloré par le sulfite sodique, peut ne pas produire de précipité, mais seulement colorer le liquide en brun ; cela paraît dû, dans ce cas, à ce que le sulfure nickeleux reste à l'état colloïdal ; aussi l'addition de chlorure ammonique, ou même de carbonate ammonique, détermine-t-elle la formation du précipité.

» En présence d'un grand excès d'ammoniaque, le sulfure ammonique incolore produit, dans la solution nickeleuse, une coloration violette, passant rapidement au rouge vineux, puis au brun noirâtre, et finalement il se forme un précipité noir de sulfure.

» Le filtrat séparé de ce précipité est incolore, mais si on le chauffe il se produit de nouveau un précipité de sulfure nickeleux.

» Le sulfure nickeleux est insoluble dans l'acide chlorhydrique très dilué, surtout en présence d'acide sulfhydrique, et dans l'acide acétique. Il est soluble dans le cyanure potassique.

» IV. *Le polysulfure sodique se comporte comme le polysulfure ammonique vis-à-vis des sels nickeleux ; un excès de réactif dissout le sulfure de nickel et la solution est d'un brun extrêmement intense* (¹). ....

Même volume, p. 430.

» Propriétés des sels cobalteux. — .... II. L'acide sulfhydrique agit sur les solutions de cobalt comme sur celles de nickel.

» III. Il en est de même pour le sulfure ammonique, à cette différence près que le *sulfure cobalteux est complètement insoluble dans le réactif employé en excès ;* la réaction est régulière.

» De même que le sulfure nickeleux, le sulfure cobalteux est noir, insoluble dans l'acide chlorhydrique très dilué, surtout en présence d'acide sulfhydrique, et dans l'acide acétique. Il est insoluble aussi dans le cyanure potassique, à froid.

» IV. *Le polysulfure sodique, employé en excès, dissout en petite quantité le sulfure de cobalt ; la solution possède une teinte brun noir, très légèrement violacée, extrêmement intense* (²). ....

(¹) De Koninck et Ledent : *Z. f. angew. Chem.*, IV, p. 202 ; 1891. Voir, *Sur les sulfures métalliques en solution* (?), les travaux de Picton et Linder, *Chem. Soc.*, I, p. 137 et 148 ; 1892.

(²) De Koninck et Ledent : *Z. f. angew. Chem.*, IV, p. 202 ; 1891.

Plus loin, p. 435.

» Recherche des métaux du groupe du fer dans un mélange. — La solution est traitée par de l'ammoniaque jusqu'à neutralisation des acides, c'est-à-dire jusqu'à commencement de précipitation, puis par du sulfure ammonique, dont on évitera tout excès trop considérable ; on ajoutera donc ce réactif par petites portions successives, en agitant chaque fois, jusqu'à ce que le précipité ne se modifie plus.

» On chauffe alors le mélange à feu nu, jusqu'à ébullition modérée, ou au bain-marie pendant quelques instants, puis on abandonne au repos jusqu'à ce que le précipité soit bien déposé et que le liquide surnageant soit jaune *ou brun* et parfaitement limpide.

» Une coloration verte indiquerait un dépôt incomplet du sulfure ferreux ; la coloration jaune franc est due au polysulfure ammonique, tandis que *la teinte brune provient de la présence de sulfure de nickel en solution et est caractéristique pour ce métal*..................... ....

» Le résidu insoluble (sulfures de nickel et de cobalt, souvent mélangés de soufre) est recueilli sur un filtre et employé, après lavage, à la recherche du nickel et du cobalt, si ces deux métaux n'ont déjà été reconnus, *le nickel à la coloration brune du filtrat ammoniacal*, le cobalt, lors de l'essai à la perle de borax.

Enfin, p. 453.

» Traitement du résidu. Méthode par le borax et le cyanure potassique. — Le précipité est essayé à la perle de borax ou de sel de phosphore au feu d'oxydation ; si la perle est brun violacé, elle contient du nickel, mais pas de cobalt ; si elle est bleue, elle contient du cobalt et il reste à rechercher le nickel, *s'il n'a pas été décelé avec certitude par la coloration du filtrat ammoniacal séparé du précipité général.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoolates de chaux et de baryte.* Note de M. de Forcrand.

« I. J'ai décrit récemment [1] un composé $(C^2H^6O)^4.(CaO)^3$, qui se forme par l'action à 180° et en tube scellé de l'alcool éthylique absolu sur l'acétylure de calcium C^2Ca.

» Ce corps se dissolvant lentement dans l'eau et exigeant un volume d'eau très considérable, j'en ai fait l'étude thermique en le faisant dissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui permet de calculer indirectement la chaleur de dissolution dans l'eau.

» A + 18°, j'ai obtenu, dans l'acide très étendu ($H.Cl = 36^{gr},5 = 30^{lit}$) $+ 92^{Cal},90$ pour 1 molécule de $(C^2H^6O)^4.(CaO)^3$, et comme la chaleur de

[1] *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 1266.

neutralisation de $CaO(50^{lit})$ par $H^2Cl^2(4^{lit})$ est $+28^{Cal}$, on trouve

$(C^2H^6O)^4.(CaO)^3$ sol. $+ 158^{lit}$ d'eau .... $+8^{Cal},90$

en négligeant la chaleur dégagée par le mélange des dissolutions de chaux et d'alcool, laquelle est, en effet, sensiblement nulle.

» On peut, d'après cette donnée, calculer la chaleur de formation :

$4C^2H^6O$ liq. $+ 3CaO$ sol. $= (C^2H^6O)^4.(CaO)^3$ sol .... $+55^{Cal},56$

soit, pour CaO, $+18^{Cal},52$, nombre supérieur de $3^{Cal},42$ à la chaleur de formation de l'hydrate

CaO sol. $+ H^2O$ liq .... $+15^{Cal},10$

» II. Ce composé est tout à fait analogue à celui que j'ai préparé [1] par l'action de l'alcool méthylique sur la baryte anhydre : $(CH^4O)^4$, $(BaO)^3$.

» J'avais trouvé pour ce corps les données suivantes :

Chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique .... $+112^{Cal},04$

indirectement :

Chaleur de dissolution dans l'eau .... $+28^{Cal},94$

et, par suite,

$4CH^4O$ liq. $+ 3BaO$ sol. $= (CH^4O)^4, (BaO)^3$ sol .... $+63^{Cal},06$

soit, pour BaO $+21^{Cal},02$, nombre qui se trouve également supérieur de $3^{Cal},42$ à la chaleur de formation de l'hydrate correspondant

BaO sol. $+ H^2O$ liq .... $+17^{Cal},60$

» En outre, en présence d'un peu d'eau, on a une combinaison hydratée $(CH^4O)^2.BaO.(H^2O)^2$ qui, à partir de $2H^2O$ liq. donne $+29^{Cal},74$, et, à partir de $2H^2O$ sol., $+26^{Cal},88$.

» III. Enfin, ces nombres doivent être rapprochés de ceux que donne l'éthylate de baryte. Jusqu'ici, ce composé a toujours été considéré [2] comme l'éthylate de baryum $(C^2H^5O)^2Ba$, tandis que c'est, en réalité, une combinaison d'addition de même formule que les précédentes : $(C^2H^6O)^4$, $(BaO)^3$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1397.

(2) *Voir* le Mémoire de M. Berthelot (*Bulletin de la Société chimique*, t. VIII, p. 389) et celui que j'ai publié (*Bulletin de la Société chimique*, t. XL, p. 180).

» Dans l'étude que j'en avais faite en 1883, j'avais obtenu pour le baryum, seul élément dosé avec précision, des nombres constamment un peu trop élevés, de 62 à 64 pour 100, au lieu de 60,35 calculé pour la formule $(C^2H^5O)^2Ba$. On attribuait cette différence à un peu d'hydrate de baryte retenu par la combinaison. J'ai repris récemment l'examen de ce composé. Préparé avec soin et desséché à 100°-110°, dans l'hydrogène sec et jusqu'à poids constant, il a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé, en centièmes.	Calculé pour $(C^2H^6O)^4.(BaO)^3$.	Calculé pour $(C^2H^5O)^2Ba$.
Ba par titrage alcalimétrique...	63,67	63,93	60,35
Ba à l'état de sulfate..........	63,77		
H...........................	3,77	3,73	4,11
C...........................	14,64	14,93	19,75

c'est donc bien un éthylate de baryte $(C^2H^6O)^4.(BaO)^3$.

» J'ai pu le dissoudre directement dans l'eau du calorimètre, ce qui a donné, à +16°, le nombre $+49^{Cal},07$ pour une molécule (643^{gr}) dissoute dans 56^{lit} d'eau.

» On en déduit la chaleur de formation :

$$4C^2H^6O \text{ liq.} + 3BaO \text{ sol.} = (C^2H^6O)^4.(BaO)^3 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +45^{Cal},09$$

soit, pour BaO, $+15^{Cal},03$, nombre inférieur de $2^{Cal},57$ à la chaleur de formation de l'hydrate correspondant, +17,60.

» IV. Il résulte de ces faits plusieurs conséquences :

» 1° L'eau doit précipiter de l'hydrate de baryte, comme l'expérience l'indique, dans la dissolution alcoolique d'éthylate du baryte, car on a $17,60 > 15,03$, et cela bien que la dissolution de l'éthylate dans l'excès d'alcool ait dégagé en plus $+18^{Cal},16$ [1] pour BaO, parce que les éthylates alcooliques sont toujours dissociés dans ces dissolutions. Au contraire, elle ne doit pas agir sur l'éthylate de calcium et sur le méthylate de baryte, car on a $15,10 < 18,52$ et $17,60 < 21,02$, ce que l'expérience confirme encore.

» 2° Lorsque l'alcool éthylique en excès agit sur BaO, il se produit un dégagement de chaleur de $+15,03 + 18,16 = +33,19$ pour BaO. La réaction

$$2BaO + 2C^2H^6O = (C^2H^5O)^2Ba + BaO^2H^2$$

dégagerait seulement $+16,63 \times 2 + 17,60 = +50,86$ pour 2BaO, soit

---

[1] Nombre calculé à nouveau d'après mes anciennes expériences et en tenant compte de la véritable formule du composé.

$+ 25,43$ pour BaO, d'après les analogies, et en prenant pour

$$2C^2H^6O \text{ liq.} + BaO \text{ sol.} = (C^2H^5O)^2Ba \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.},$$

la valeur $+ 16,63$ que donne dans les mêmes conditions Na^2O. La différence $33,19 - 25,43$ détermine le sens de la réaction, et rend impossible la formation de l'éthylate de baryum $(C^2H^5O)^2Ba$. Elle doit être de même sens avec l'alcool méthylique et la baryte, et l'alcool éthylique et la chaux, puisque déjà l'on a $17,60 < 21,02$ et $15,10 < 18,52$. En effet, pour l'alcool méthylique et la baryte, on doit comparer le nombre que j'ai publié (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1558), $+ 40^{Cal},78$, qui correspond à la dissolution de BaO dans nCH^4O liq. à $+ 25,43$ environ, qui représenterait encore la réaction donnant le méthylate de baryum. Enfin, pour l'éthylate de calcium, la réaction donnerait $+ 24,18$, nombre qui est supérieur à $+ 18,52$; mais on doit noter que l'éthylate de chaux $(C^2H^6O)^4.(CaO)^3$ est toujours accompagné de cristaux incolores formés sans doute par une combinaison polyalcoolique; il suffirait d'attribuer à cette combinaison une chaleur de formation supérieure à $24,18 - 18,52$ soit $+ 5,66$, ce qui est vraisemblable, pour expliquer encore que la réaction forme le composé d'addition.

» 3° L'action des alcools sur les oxydes alcalino-terreux ne donne pas de véritables alcoolates métalliques, mais des combinaisons d'addition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases ammoniées, dérivées de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane, et de leur action sur les fuchsines.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel. (Extrait par l'auteur.)

« En étudiant les dérivés triiodoammoniés de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane, de son carbinol, et des éthers mixtes de ce dernier, j'ai indiqué en passant l'action de la soude caustique et de l'oxyde d'argent sur ces iodures (¹). Ce sont les bases ammoniées, produits de cette réaction, qui font l'objet de la présente Note.

» La première base de cette nature a été préparée par M. A.-W. Hofmann et Ch. Girard, en 1869 (²), par l'action de l'oxyde d'argent sur le corps qu'ils ont appelé *triiodométhylate de leucaniline pentaméthylée*. L'expérience a été répétée dix ans plus tard par MM. E. et O. Fischer (³) sur le *vert-*

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 194.
(²) *Ibid.*, t. LXIX, p. 603.
(³) *Deut. Chem. Ges.*, t. XII, p. 2349.

méthyle, dans le but d'y constater la présence d'un atome d'azote quaternaire.

» 1. Ayant préparé six dérivés iodoammoniés ([1]) de l'hexaméthyltriamidotriphénylméthane, j'ai été logiquement conduit à appliquer la réaction de A.-W. Hofmann à ces corps pour en obtenir les bases correspondantes.

» Quoique ces bases ne puissent être isolées dans un état propre à l'analyse, leur étude n'en fournit pas moins des données intéressantes, tant au point de vue de la constitution des rosanilines que des propriétés de ces bases ammoniées. Dérivant de corps nettement définis, aucun doute ne subsiste quant à leur formule. Leur basicité forte permet, d'ailleurs, de les doser volumétriquement avec une grande précision, de sorte que l'on peut tirer des conclusions nettes, ainsi qu'on le verra plus loin, d'analyses exécutées dans ces conditions.

» 2. L'action de la soude caustique a pour effet de remplacer de l'iode par de l'hydroxyle; mais la réaction est limitée par une action inverse. On trouve un mélange d'iodométhylate et de base ammoniée, dans lequel cette dernière peut être dosée alcalimétriquement. Pour ne pas confondre l'alcalinité due à la soude caustique interposée, avec celle qui est propre à la base ammoniée, on emploie l'acide sulfurique normal, et on détermine les cendres de sulfate de soude après l'essai alcalimétrique.

» 3. L'oxyde d'argent agit, au contraire, avec une grande netteté, ainsi que le prouve l'exemple suivant : 10^{gr} du corps

$$(ICH^3A)^3 \equiv C - OH.3H^2O$$

sont traités par l'oxyde d'argent, et sur une portion aliquote, on dose alcalimétriquement la quantité de base obtenue : elle correspond à $9^{gr},999$ du corps primitif.

» Cet essai, qui montre la précision dont ces mesures sont susceptibles, fixe le poids moléculaire de la substance qui est bien de 893, et confirme la présence de 3 molécules d'eau. Ensuite, il prouve que la base est trivalente, c'est-à-dire que les 3 atomes d'azote y sont à l'état d'ammonium.

» Enfin il montre qu'il y a un moyen simple de reconnaître la présence de corps ammoniés dans un mélange, et d'en déterminer la proportion : ressource précieuse qui permet de distinguer un iodhydrate d'un iodure d'ammonium, dans le cas où l'analyse élémentaire laisserait dans l'incertitude.

» 4. Ces bases ammoniées sont d'une alcalinité comparable à celle de

([1]) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 192, 264, 331.

l'hydrate de tétréthylammonium, découvert par A.-W. Hofmann en 1851.

» Elles possèdent, comme lui, la propriété de déplacer l'ammoniaque et les divers oxydes métalliques, à froid, de leurs sels. Elles dissolvent l'alumine récemment précipitée, mais ne dissolvent plus, comme l'hydrate de tétréthylammonium, l'oxyde de zinc hydraté. Il est intéressant de noter leur action sur les fuchsines. La dissolution de celles-ci est décolorée et leurs carbinols, dans le cas où ils sont insolubles, sont précipités.

» En comparant entre elles les diverses bases ammoniées, telles que

$$A^2 = C\begin{cases} ACH^3OH \\ OH \end{cases}, \quad (HO.CH^3A)^3 \equiv C - OH\ (^1),$$
$$(HO.CH^3A)^3 \equiv C - H,$$

on trouve, au point de vue de leur basicité, sensiblement les mêmes réactions.

» C'est ainsi que les bases trois fois ammoniées précipitent la magnésie du sulfate à froid, tandis que la base monoammoniée ne la précipite qu'à chaud ou, du moins, très lentement à froid. Mais toutes décolorent les fuchsines. Il suffit donc qu'un seul groupe phénylique sur trois soit ammonié pour que l'alcalinité apparaisse bien accusée.

» 5. Mais la différence s'accentue quand on envisage les diverses fonctions basiques qui se trouvent accumulées dans la même molécule.

» Le corps dérivé de la leucaniline $(HO.CH^3A)^3 \equiv C - H$ ne possède qu'une seule fonction, celle de combinaison ammoniée trois fois basique.

» Le corps dérivé du carbinol $(HO.CH^3A)^3 \equiv C - OH$ possède deux fonctions, savoir : trois fois la fonction de base ammoniée et une fois la fonction alcool. Les acides n'agissent que sur OH de l'ammonium ; ils n'ont pas d'action sur OH fixé au carbone méthanique, qui ne réagit plus qu'avec les alcools pour former les éthers mixtes.

» Enfin, le corps correspondant au vert (analogue au vert méthyle) : $A^2 = C\begin{cases} ACH^3OH \\ OH \end{cases}$, renferme deux espèces d'hydroxyle et trois fonctions basiques différentes, car le groupe A est amidé [il est $C^6H^4.Az.(CH^3)^2$].

» Ce corps est : 1° base monobasique ; 2° alcool univalent ; 3° deux fois amidé.

» L'expérience montre que, de ces trois fonctions, la première entre en jeu d'abord. Une molécule d'acide se fixe sur l'azote quaternaire et forme le carbinol du vert $A^2 = C\begin{cases} ACH^3Cl \\ OH \end{cases}$ (2).

---

(1) A représente, comme dans les précédentes Notes, le groupe $(CH^3)^2Az.C^6H^4$.

(2) On suppose que l'acide employé est de l'acide chlorhydrique.

» La deuxième molécule, ajoutée à froid, n'agit pas immédiatement sur le groupe OH du carbinol, mais sans doute se fixe sur l'un des atomes d'azote tertiaires des deux groupes A; puis lentement à froid, plus rapidement à chaud, cet acide réagit avec OH alcoolique et le liquide se colore en vert. Il se forme le composé $A^2 = C\begin{matrix}\diagup ACH^3Cl \\ \diagdown Cl\end{matrix}$, qui, en présence d'un excès d'acide, se colore en jaune et passe à l'état de sel acide $(ClHA)^2 = C\begin{matrix}\diagup ACH^3Cl \\ \diagdown Cl\end{matrix}$, corps saturé que l'eau décompose comme elle décompose tous les sels de fuchsine.

» *En résumé*. — Selon qu'un carbinol phénylique est amidé ou ammonié (en para), la fonction alcoolique se trouve modifiée.

» Dans les corps amidés, c'est la fonction alcoolique qui entre la première en jeu :

$$(AzH^2.C^6H^4)^3 \equiv C-OH + ClH = H^2O + (AzH^2.C^6H^4)^3 \equiv C-Cl.$$

» Dans les corps ammoniés, au contraire, c'est la fonction ammonium qui agit d'abord :

$$[HO(CH^3)^3Az.C^6H^4]^3 \equiv C-OH + 3ClH$$
$$= 3H^2O + [Cl(CH^3)^3Az.C^6H^4]^3 \equiv COH,$$

et l'hydroxyle alcoolique ne réagit plus avec les acides, mais réagit encore avec les alcools pour former des éthers mixtes.

» Enfin, quand la même molécule renferme l'azote aux deux états de saturation, la fonction de base ammoniée l'emporte encore sur la fonction amine et sur celle d'alcool. Mais, entre ces deux dernières, il y a un moment d'hésitation. La fonction amine entre en jeu avant la fonction alcool, d'une manière passagère seulement, et quand l'équilibre s'est établi avec le temps ou par l'intervention de la chaleur, c'est encore la fonction alcool qui l'emporte sur la fonction d'amine double. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouvelles combinaisons de l'hexaméthylène-amine.* Note de M. **Delépine**, présentée par M. H. Moissan.

« MM. Moschates et Tollens ont signalé un grand nombre de combinaisons de l'hexaméthylène-amine avec divers éléments : sels métalliques, phénols, etc. J'ai déjà signalé des combinaisons avec les sels d'argent; j'étudierai aujourd'hui les combinaisons de l'hexaméthylène-amine avec les chlorure et iodure mercuriques, ainsi que l'action du chlorhydrate de phénylhydrazine.

» 1° *Chloromercurate :* $C^6H^{12}Az^4, 2HgCl^2 + H^2O$. — Ce corps se précipite sous forme d'aiguilles déliées, soyeuses, lorsqu'à l'hexaméthylène-amine en solution aqueuse on ajoute une solution froide de chlorure mercurique. On cesse quand le sublimé ne produit plus de précipitation.

» Après essorage à la trompe, le produit donne à l'analyse des chiffres concordant exactement avec la formule indiquée; chauffé, il se contracte vers 170° (perte d'eau?), se colore légèrement, pour fondre vers 208° sous forme de masse visqueuse gris jaunâtre. L'hexaméthylène-amine, contenue dans ce chloromercurate, fixe encore le brome à raison de Br^2 par molécule : trouvé 23,25 pour 100 au lieu de 22,86 exigé par la formule

$$C^6H^{12}Az^4Br^2, 2HgCl^2 + H^2O.$$

» 2° *Chloromercurate :* $C^6H^{12}Az^4HCl, 2HgCl^2 + H^2O$. — Obtenu comme ci-dessus, mais en employant une solution chlorhydrique de la base.

» Aiguilles soyeuses légères fondant tout d'un coup à 165°; puis le liquide devient pâteux, se colore vers 200° et bouillonne à 210°. Fixe Br^2.

» 3° *Chloromercurate double d'hexaméthylène-amine et d'ammonium*

$$(C^6H^{12}Az^4.2HgCl^2.H^2O)^2 + (AzH^4Cl.2HgCl^2.H^2O).$$

— Obtenu en faisant agir à l'ébullition une solution concentrée de chlorure mercurique dans le chlorure d'ammonium sur une solution d'hexaméthylène-amine contenant elle-même du chlorure d'ammonium. Le précipité, formé au point de contact des liquides, se dissout en se répartissant dans le liquide bouillant.

» Par refroidissement, on obtient des cristaux durs, prismatiques, transparents, ayant la composition ci-dessus; chauffés, ils perdent leur transparence vers 168° en se contractant; ils se colorent ensuite en jaune sale et ne sont encore que pâteux à 215°. Chaque molécule fixe Br^4 soit Br^2 pour $C^6H^{12}Az^4$: trouvé, Br fixé 17,96 pour 100 au lieu de 18,36 calculé. Ce fait confirme la formule.

» Ces chloromercurates, bouillis quelque temps avec l'eau, donnent une poudre jaune, et la liqueur surnageante donne, par refroidissement, le deuxième chloromercurate. La poudre jaune est un oxyde mercurique plus ou moins souillé de chlorure mercurique ou même de chloromercurate non attaqué. L'équation de décomposition peut se représenter par

$$C^6H^{12}Az^4.2HgCl^2 + 8H^2O = 2HgO + 6CH^2O + 4AzH^4.Cl.$$

Le chlorhydrate d'ammoniaque formé sert à maintenir le chloromercurate non encore décomposé en solution : car ces corps se dissolvent facilement dans l'eau chargée de sel ammoniac.

» 4° *Iodomercurate :* $C^6H^{12}Az^4.2HgI^2 + H^2O$. — Obtenu en ajoutant à l'hexaméthylène-amine, en solution aqueuse, un excès de réactif de Tanret (solution acétique d'iodomercurate de potassium) faisant bouillir jusqu'à redissolution du précipité jaune formé et laissant refroidir.

» Jolies écailles jaune d'or, fusibles nettement à 165° en un liquide rouge transparent, mais commençant déjà à fondre vers 156°.

» 5° *Action du chlorhydrate de phénylhydrazine.* — L'hexaméthylène-amine réagit à froid sur ce composé en solution aqueuse : il se produit lentement un louche qui se transforme en précipité huileux ou pâteux. Une chaleur de 60-70° et une addition lente de l'hexaméthylène-amine à la solution du chlorhydrate de phénylhydrazine sont les plus favorables à la réaction.

» La pâte jaune obtenue privée d'eau-mère et purifiée par deux cristallisations dans l'alcool absolu donne des aiguilles brillantes, satinées, à peine jaunâtres, fusibles à 183°. Ce corps n'est autre que l'anhydroformaldéhyde phénylhydrazine $(C^6H^5.Az^2)^2(CH^2)^3$ de MM. Vellington et Tollens, préparée par eux à partir de l'aldéhyde formique : d'après ces auteurs elle fond à 182°-183°. Un dosage d'azote sur le produit fait à partir de l'hexaméthylène-amine m'a donné 22,05 au lieu de 22,22 pour 100.

» L'équation génératrice est probablement

$$C^6H^{12}Az^4 + 4C^6H^5Az^2.H^3.HCl = 2(C^6H^5Az^2)^2(CH^2)^3 + 4AzH^4Cl.$$

On retrouve facilement l'ammoniaque dans les liqueurs-mères, mais il est possible que la réaction se passe après dédoublement de l'hexaméthylène-amine en aldéhyde formique et ammoniaque et que l'on rentre alors dans le cas de MM. Vellington et Tollens. La réaction est toutefois beaucoup moins rapide qu'avec l'aldéhyde formique [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur les gaz de la vessie natatoire des Poissons.* Note de M. **Jules Richard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Nous possédons déjà des documents assez nombreux sur la nature des gaz de la vessie natatoire des Poissons. On sait qu'ils sont formés d'oxygène, d'azote et d'une quantité, le plus souvent très faible, d'acide carbonique. Mais les proportions d'oxygène et d'azote varient dans des limites très étendues puisque le premier de ces gaz peut faire presque complètement défaut ou former au contraire les $\frac{90}{100}$ du volume total.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École de Pharmacie de Paris.

» Quelles sont les causes de ces variations? Pour Biot, la proportion d'oxygène augmente avec la profondeur; pour Delaroche, elle dépend de la taille de l'animal; pour Configliachi, elle est sous l'influence de la saison, etc. Moreau a montré, d'autre part, qu'on peut à volonté augmenter la proportion d'oxygène en retirant une partie du gaz de la vessie; le nouveau gaz sécrété est presque uniquement de l'oxygène.

» On le voit, l'accord n'est pas fait sur le point de savoir quelles sont les causes qui font varier les proportions des deux gaz, dans les conditions naturelles ordinaires. Le problème est du reste fort difficile et je désire seulement donner le résultat de quelques analyses faites, pendant l'été de 1894, à bord du yacht *Princesse-Alice*, commandé par S. A. S. le Prince de Monaco. Elles ont porté sur les gaz de la vessie natatoire de trois espèces de Poissons pris à des profondeurs de 60^m, 175^m et 1674^m et ont été effectuées au moyen de la potasse et de l'acide pyrogallique [1].

» Voici les résultats obtenus, après les corrections relatives à la pression et à la température :

» 1° *Serranus cabrilla* Linné, pris le 26 juillet 1894, à la ligne, par 60^m de profondeur, sur le banc de Gorringe. 22^{cc},7 du gaz ont donné :

		Soit pour 100.
Az.........	4,4	19,3
O.........	18,3	80,7
CO^2.......	traces	traces

» 2° Congres (*Conger vulgaris* Linné), pris le 28 juillet 1894 dans une nasse, sur le banc de Gorringe, par 175^m de profondeur (moyenne de deux analyses). 25^{cc},1 ont donné :

		Soit pour 100.
Az.........	3	11,9
O..........	22	87,7
CO^2........	0,1	0,4

» 3° *Simenchelys parasiticus* Gill. 239 exemplaires ont été pris dans une nasse, le 21 août 1894, au large de la Corogne, par 43°52′ L. N., 11°22′ Lg. O., à 1674^m de profondeur. 19^{cc},2 ont donné :

		Soit pour 100.
Az.........	3,9	21,4
O..........	14,3	78,6
CO^2........	traces	traces

» L'oxygène et l'azote se trouvent ainsi en proportions inverses de celles que ces gaz présentent dans l'air atmosphérique.

(1) M. le professeur J.-Y. Buchanan a bien voulu recueillir une partie des gaz analysés, et M. de Guerne m'a aidé à extraire le gaz de la vessie des *Simenchelys*.

» Chez les *Simenchelys* la vessie natatoire est très allongée. C'est ainsi qu'un individu de cette espèce, de 340^{mm} de longueur totale, a une vessie de 265^{mm}, commençant à 30^{mm} de l'extrémité antérieure par une poche globuleuse. Celle-ci est suivie d'un rétrécissement après lequel viennent les corps rouges, qui s'étendent sur une longueur d'environ 20^{mm}. Puis la vessie se continue en diminuant très lentement de diamètre et se termine peu à peu en pointe. Elle a de 5^{mm} à 6^{mm} de diamètre dans sa partie moyenne.

» Dans les trois cas qui précèdent, l'oxygène se montre en proportion considérable; à tel point que nous avons pu répéter avec le gaz de la vessie natatoire des Congres et des Serrans l'expérience classique, qui consiste à enflammer, en la plongeant dans l'oxygène, une allumette présentant encore un point en ignition. La flamme réapparaissait aussitôt, accompagnée d'une petite explosion. La faible quantité de gaz extraite de la vessie des *Simenchelys* n'a pas permis de répéter l'expérience.

» Biot avait déjà analysé le gaz de la vessie de poissons ramenés de grandes profondeurs et il avait trouvé jusqu'à 87 pour 100 d'oxygène. Mais ces profondeurs, qui n'atteignaient sans doute pas 1000^{m}, n'ont été évaluées que par les pêcheurs qui ramenaient les poissons au bout de leur ligne. Il s'agit au contraire ici de poissons (*Simenchelys*) qui habitent essentiellement le fond de la mer et qui ont été pris exactement à 1674^{m}. Cette précision dans l'évaluation de la profondeur donne un intérêt particulier à l'analyse du gaz de la vessie de ces poissons. Or nous constatons que les Serrans pris à 60^{m} offrent au moins autant d'oxygène que les *Simenchelys* qui viennent de 1674^{m}. Il n'y a donc pas là une simple question de profondeur; le volume des animaux n'est sans doute pas sans influence, non plus que la nature chimique du milieu. Les conditions biologiques diverses ont certainement aussi quelque importance. Pour élucider le problème, il faudrait analyser séparément le gaz de la vessie de différents individus de même espèce, pris à une même profondeur et à des profondeurs différentes; opérer de même pour des espèces diverses, etc. Nous nous proposons de saisir toutes les occasions qui pourront se présenter à l'avenir de façon à réunir le plus grand nombre possible de documents nécessaires à l'étude de la question. »

PHYSIOLOGIE. — *Action du système nerveux sur les principaux canaux lymphatiques.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« La contractilité des vaisseaux lymphatiques est connue depuis longtemps; mais son rôle exact et les conditions dans lesquelles elle entre en

jeu sont restés indéterminés, pour la simple raison que ce fait n'a jamais été soumis à une investigation systématique ; une telle étude exigeait, en effet, l'emploi de la méthode graphique.

» Nous avons réussi à enregistrer sur un animal usuel de laboratoire, le chien, soit les mouvements de la citerne de Pecquet, soit ceux du canal thoracique. On trouvera nos procédés d'inscription décrits dans les *Archives de Physiologie*, avril 1894, p. 454 et avril 1895, p. 301. L'application de ces procédés nous a permis d'abord de déterminer l'influence du système nerveux ([1]) sur les vaisseaux lymphatiques.

» Nous avons montré l'année dernière (*loc. cit.*) que l'excitation électrique (courant induit) du bout inférieur du nerf splanchnique gauche fait dilater la citerne. Quelquefois, cependant, comme nous l'avons reconnu depuis, cette même excitation donne lieu à un resserrement des parois contractiles de ce réservoir. Il résulte de là que le tronc du splanchnique contient un mélange de filets constricteurs et dilatateurs de la citerne de Pecquet, les dilatateurs étant de beaucoup prédominants.

» C'est dans le sympathique thoracique que nous avons trouvé des nerfs agissant sur le canal thoracique; l'excitation de ce cordon, immédiatement au-dessous du ganglion étoilé, amène, en général, la dilatation du canal; dans quelques cas, pourtant, nous avons vu se produire le resserrement des parois de ce vaisseau. Ici encore, nous pouvons donc constater le mélange de filets constricteurs et dilatateurs d'un même vaisseau dans un même tronc nerveux.

» Les réactions de la citerne ne dépendent nullement, comme nous nous en sommes assurés dans beaucoup d'expériences, des modifications de la pression sanguine intra-aortique qui résultent de l'excitation du splanchnique; quant à l'excitation du sympathique thoracique, elle est sans effet sur l'aorte. Les réactions considérées sont donc bien propres aux vaisseaux lymphatiques.

» Nous avons aussi constaté que des excitations sensitives diverses, comme la ligature du nerf sciatique, l'excitation du bout central de ce nerf

---

([1]) En 1882, Paul Bert et Laffont (*Comptes rendus*, 13 mars 1882) ont annoncé que l'excitation électrique des nerfs mésentériques provoque le resserrement des chylifères sur un animal en digestion, et que l'excitation des splanchniques en amène la dilatation. Mais cette observation, faite *de visu*, n'a pas été soumise à une étude méthodique et est restée comme un fait isolé, sans même attirer l'attention des physiologistes. — Quant aux recherches de S. Lewachew (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 75; 1886), elles n'ont eu pour but que de déterminer les variations de la lymphe de la langue à la suite de la section ou de l'excitation de l'hypoglosse ou du lingual.

sectionné, etc., peuvent provoquer le relâchement des parois du canal thoracique; et ainsi nous montrons qu'il peut se produire, dans le système lymphatique comme dans le système artériel, des actions vaso-motrices réflexes. Jusqu'à présent nous n'avons observé que des réflexes vaso-dilatateurs. Ce fait est à rapprocher du résultat obtenu par les excitations directes des nerfs des vaisseaux lymphatiques, qui mettent en jeu la plupart du temps dans ces nerfs les filets dilatateurs.

» Ainsi les vaisseaux lymphatiques reçoivent, comme les artères, des nerfs qui président à leurs mouvements. Ces vaisseaux cependant n'appartiennent pas au type artériel, mais se rapprochent, au contraire, du type veineux; la remarque n'est pas sans intérêt, au moment où d'autres physiologistes sont en train de découvrir les nerfs des veines (Bayliss et Starling, E. Cavazzani et G. Manca).

» Notons aussi que nos expériences démontrent directement l'existence, dans le nerf splanchnique, de fibres vaso-dilatatrices; on soupçonnait seulement que ce nerf contient des filets vaso-dilatateurs rénaux et des fibres d'arrêt pour la vésicule biliaire.

» D'autre part, il ressort immédiatement de nos expériences, ce nous semble, que l'écoulement de la lymphe, s'il est déterminé d'abord par la production plus ou moins abondante et incessante de ce liquide, est pour une part aussi dépendant de la contractilité de la citerne de Pecquet et du canal thoracique, et plus généralement des vaisseaux lymphatiques, régie par le système nerveux. Par conséquent, à côté de la cause essentielle de la circulation lymphatique, de la *vis a tergo* qui résulte de la production continue de la lymphe (force de propulsion agissant aux extrémités du système lymphatique), il faut considérer comme cause importante de cette circulation la *contractilité vasculaire* (force de progression pouvant agir en tous les points du système lymphatique). De ce fait, que cette propriété est commandée par le système nerveux, il s'ensuit, en effet, qu'elle doit être mise en jeu dans une foule de conditions diverses. Et ainsi les contractions ou le relâchement des parois du réservoir lymphatique règlent sans doute en partie l'écoulement de la lymphe; la dilatation de la citerne, par exemple, peut le diminuer dans une forte mesure. De même, les mouvements du canal thoracique ont certainement une grande influence sur le cours de la lymphe, la dilatation de ce conduit, par exemple, facilitant beaucoup l'écoulement. Le rôle de ces mouvements de la citerne et du canal thoracique apparaît assez important dans certains cas, pour qu'il soit permis de le rapprocher du rôle que jouent, chez les Vertébrés inférieurs,

les cœurs lymphatiques. De plus, la réalité de ces actions nerveuses conduit à admettre la possibilité de circulations lymphatiques locales, par analogie avec les circulations locales sanguines. »

BOTANIQUE. — *Sur le genre* Eurya, *de la famille des Ternstrœmiacées.* Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Van Tieghem.

« La structure de la tige est constante dans tout le genre *Eurya;* seul, l'*E. chinensis* porte sur les jeunes rameaux un épiderme papilleux, tandis que l'épiderme est plan dans les autres espèces. Les stomates, les poils, les cristaux d'oxalate de chaux sont également constants : les deux premiers rappellent les mêmes organes des Ébénacées, confirmation inattendue d'un lien qui est peut-être plus que du hasard, et qui a été signalé depuis longtemps.

» Les *Symplocos* qui, malgré les divergences florales, présentent une ressemblance extérieure très frappante avec les *Eurya*, ont un bois assez analogue à celui de ces dernières plantes, mais les poils sont cloisonnés par de nombreuses parois très fines ; il y a une légère indication de ce détail chez l'*E. chinensis,* de même que chez les Ébénacées. En revanche, l'appareil stomatique est moins franchement renonculacé, deux stomates sur trois étant plus ou moins nettement rubiacés.

» L'étude des organes floraux m'a conduit à diviser les *Eurya* en quatre sections, dont les deux dernières sont nouvelles : *Eueurya,* dioïque, à fleurs mâles 10-20-andres ; *Euryodes* (Asa Gray), dioïque, à fleurs mâles 5-6-andres ; *Gynandra,* à fleurs hermaphrodites, et *Meristotheca,* aux thèques des anthères subdivisées en logettes superposées. Les *Gynandra* établissent le lien entre le gros des *Eurya* et les genres voisins.

» Si l'on considère l'ensemble des espèces de la section *Eueurya,* de beaucoup la plus importante, on remarque que les espèces, dépouillées de ce qu'lles ont de particulier, se laissent toutes, immédiatement ou médiatement, ramener à une même espèce centrale très variable, absolument comme les fleurs monocotylédones se laissent ramener à l'archétype liliiflore à cinq verticilles 3-mères. Cette espèce variable, l'*E. fasciculata,* représente ce que j'ai appelé le *groupe nodal;* elle est sans doute le descendant le plus direct, le moins modifié de l'ancêtre commun. Les autres se disposent autour du groupe nodal suivant des lignes comprenant chacune les espèces qui ont varié dans le même sens. Je ne puis les citer toutes, mais les plus importantes sont :

» 1. Amorcement dans le sens des feuilles crénelées (non denticulées) et des styles libres : *E. japonica, obovata, vitiensis,* ce dernier velu, les autres glabres, comme l'*E. fasciculata*.

» 2. Epiderme plus ou moins collenchymateux, cuticule souvent ornée de perles irrégulières, styles libres : *E. Macartneyi,* glabre; *zeylanica,* velu, avec une variété glabre; *parvifolia,* velu; *Sandvicensis,* à hypoderme.

» 3. Amorcement dans le sens de la multiplication des assises mésophylliennes : *a. E. chinensis,* macrocyte, très aberrant sous plusieurs rapports; *b. E. systyla,* peu distinct de l'*E. fasciculata, E. castaneifolia* et *pubinervis,* deux espèces nouvelles à hypoderme; *c.* l'ancien *E. coneocarpa,* privé d'hypoderme, d'où j'ai détaché, pour des raisons anatomiques, les *E. Korthalsiana* et *varians* que Korthals avait considérés comme de simples variétés.

» 4. Amorcement dans le sens du pilosisme et de l'épiderme gummifère, à cellules en apparence divisées en deux ou en trois; styles ordinairement libres, unis cependant dans une variété *Wallichiana,* qui fait le passage à l'*E. fasciculata :* c'est l'*E. acuminata,* très inconstant, voisin de l'*E. fasciculata* et représentant une sorte de groupe nodal secondaire plus jeune.

» 5. Amorcement dans le sens des feuilles presque entières : *E. Symplocina,* espèce à hypoderme qui se rattache à l'*E. fasciculata* par l'intermédiaire de l'*E. phyllanthoïdes*.

» Il suffit d'étudier de près les variétés de l'*E. fasciculata,* notre groupe nodal, pour y retrouver le plus souvent en germe, et parfois même très nettement accusées, les amorces de ces lignées : la var. *Fortunei* a des feuilles crénelées et ne se distingue de l'*E. japonica* que par ses styles unis; la var. *Perrottetiana* présente la multiplication des assises mésophylliennes; la var. *Roxburghii* est souvent velue. C'est enfin la forme la plus neutre de toutes, la var. *stricta,* qui fournit les lignées de l'*E. Macartneyi* et de l'*E. Symplocina*.

» Il est à noter que des caractères épharmoniques tels que l'hypoderme, le pilosisme et même l'épiderme gummifère, souvent compliqués par des sphérocristaux logés dans la masse gommeuse inférieure, se présentent indépendamment dans différentes lignées.

» Les caractères épharmoniques les plus sujets à varier sous l'influence du milieu sont ici d'une finesse remarquable; c'est un fait qui se dégage de l'analyse d'environ 200 échantillons appartenant à 26 espèces, et souvent récoltés dans des localités fort éloignées.

» Les *Euryodes* me paraissent se rattacher le plus naturellement à l'*E. acuminata;* une espèce nouvelle, l'*E. sanguinea,* présente un hypoderme, d'ailleurs imparfaitement différencié.

» Enfin les *Meristotheca,* glabres et à styles unis, dérivent certainement

de l'*E. fasciculata*. Cette section comprend deux espèces très différentes, l'*E. myrtifolia* et l'*E. trichocarpa*, dont l'anatomie m'a permis de découvrir le type mâle, jusqu'alors inconnu. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches basiques constituant des filons minces dans la lherzolite des Pyrénées*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Daubrée.

« Dans la plupart des gisements de lherzolite des Pyrénées, j'ai trouvé des filons de roches très denses, très tenaces, dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plus d'un mètre. Ces roches sont généralement à grands éléments, leurs minéraux constituants atteignent souvent plusieurs centimètres de plus grande dimension. Elles résistent mieux à la décomposition que la lherzolite au milieu de laquelle elles se rencontrent; aussi font-elles saillie sur les parois lherzolitiques altérées à l'air : leur allure rappelle celle des filons pegmatoïdes des massifs granitiques.

» Ces roches sont liées d'une façon intime à la lherzolite en dehors de laquelle je ne les ai jamais rencontrées : elles en diffèrent essentiellement par l'absence de l'olivine qui constitue l'élément essentiel et caractéristique de la lherzolite.

» Je les ai divisées en deux groupes, celui des *pyroxénolites* et celui des *amphibololites*, suivant que ce sont les pyroxènes ou l'amphibole qui constituent leur élément essentiel et caractéristique. Dans le groupe des pyroxénolites, j'ai établi deux divisions pour distinguer les roches dans lesquelles le pyroxène dominant est orthorhombique (*bronzitites*) de celles dans lesquelles il est monoclinique (*diallagites* et *diopsidites*). Quant aux amphibololites, elles ne renferment qu'un seul groupe (*hornblendites*).

» Toutes ces roches sont holocristallines et grenues. Les dimensions de cette Note ne me permettent pas d'entrer dans des détails sur leur composition primaire ni sur les formations secondaires que j'ai observées au milieu d'elles; je renvoie pour ce sujet à un Mémoire plus détaillé ([1]) et je me contente de résumer dans le Tableau suivant les données les plus essentielles qui résultent de mon travail. J'y indique les gisements étrangers

---

([1]) *Nouvelles Archives du Muséum*, 3e série, t. VI, p. 264, et *Bulletin Services Carte géol.*, n° 42, p. 49; 1895.

dans lesquels j'ai recueilli ces mêmes roches, ou dans lesquels elles ont été antérieurement signalées par divers savants.

Pyroxènes dominants. (*Pyroxénolites.*)	Bronzite dominante. (*Bronzitites.*)	Bronzite + spinelle.	*Bronzitite normale.*	Nouvelle-Calédonie.
		Bronzite et diopside, + spinelle.	*Bronzitite à diopside.*	Pyrénées, Piémont, Nouvelle-Calédonie, Caroline du Nord, Maryland, Afrique australe.
		Bronzite, diopside, spinelle, grenat (± mica).	*Bronzitite à diopside, grenat, etc.*	Lherz, Afrique australe.
	Diopside chromifère dominant. (*Diopsidites.*)	Diopside et grenat, spinelle.	*Diopsidite à grenat.*	Lherz.
	Diallage dominant. (*Diallagites.*)	Diallage, spinelle (± bronzite et diopside).	*Diallagite normale.*	Pyrénées, Piémont, Nlle-Zélande, Maryland
		Diallage, spinelle, grenat pyrope (± bronzite).	*Diallagite à grenat.*	Pyrénées. (Prades, Moncaup).
		Diallage, hornblende, spinelle (±bronzite, olivine, grenat).	*Diallagite à hornblende.*	Lherz.
Amphibole dominante. (*Amphibololites.*)	Hornblende dominante. (*Hornblendites.*)	Hornblende (± mica et pyroxène).	*Hornblendite normale.*	Lherz.
		Hornblende et grenat (± pyroxène).	*Hornblendite à grenat.*	Lherz.

» Ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, toutes ces roches présentent d'étroites relations de gisement avec la lherzolite. De nombreux minéraux (*bronzite, diopside chromifère, spinelle, hornblende*) leur sont communs avec cette dernière roche; seuls, le grenat pyrope, le diallage et le mica sont spéciaux à mes nouveaux types pétrographiques, mais se retrouvent dans des péridotites autres que la lherzolite des Pyrénées.

» Aussi n'est-il pas douteux que la lherzolite, les pyroxénolites et les amphibololites proviennent du même magma initial. La seule question sur laquelle on puisse discuter consiste dans la façon dont ces diverses roches se sont produites aux dépens de ce magma. Ont-elles été formées par différenciation au moment de sa consolidation ou bien constituent-elles de véritables filons ayant rempli les fissures de la lherzolite déjà consolidée?

» Il semble que la première hypothèse soit applicable à la plus grande partie des *bronzitites à diopside*, ne différant de la lherzolite que par l'absence du péridot. Quand, en effet, on étudie sur place la lherzolite, on observe souvent qu'elle ne possède pas, dans ses grandes masses, l'homogénéité des échantillons de petit volume. Ses éléments les plus colorés (spinelle, diopside vert, bronzite brune) s'orientent souvent suivant des

directions parallèles : les lits minces ainsi produits se réunissent parfois en grand nombre pour former des pseudo-filons parallèles entre eux, présentant tous les passages possibles avec les bronzitites à diopside. C'est là un phénomène analogue à celui qui a été récemment décrit par MM. A. Geikie et Judd dans les gabbros tertiaires de l'île de Skye. J'ai observé, du reste, dans divers gisements des Pyrénées de véritables ségrégations à contours irréguliers de bronzite, de diopside avec ou sans spinelle.

» En ce qui concerne les diallagites et les hornblendites, la seconde hypothèse me paraît plus vraisemblable : les filonnets très minces de hornblendite rappellent, dans leur disposition, les filonnets de tourmaline et de feldspath que l'on observe souvent dans les fentes de roches diverses au voisinage de la granulite. Il est, du reste, assez remarquable que ces roches (diallagites), souvent épaisses de plus de 1^m, soient presque uniquement composées par des minéraux (grenat, diallage) n'existant jamais dans la lherzolite elle-même.

» Dans tous les cas, si ces roches sont véritablement d'origine filonienne, leur formation a dû suivre *immédiatement* la consolidation de la lherzolite, car je ne les ai jamais observées dans les sédiments liasiques métamorphisés par cette dernière roche [1], et elles se trouvent toutes avec la lherzolite en galets dans les brèches du jurassique supérieur.

» Le Tableau suivant montre les relations de ces roches basiques avec les divers types du groupe des péridotites et des roches grenues feldspathiques :

Famille des pyroxénolites et des amphibololites.	Famille des péridotites.	Famille des roches grenues feldspathiques.
Bronzitite.	Harzburgite.	Norites.
Bronzitite à diopside.	Lherzolite.	
Diallagite.	Wehrlite.	Gabbro.
Hornblendite.	Picrite à hornblende.	Diorite.

» L'acquisition de péridot ou de feldspath conduirait les pyroxénolites et les hornblendites aux roches des autres groupes dont le nom se trouve sur la même ligne horizontale, mais il n'est pas sans intérêt de faire re-

(1) Cet argument perd un peu de sa valeur par suite de ce fait que, dans les contacts immédiats de lherzolite et de lias que j'ai décrits, je n'ai jamais trouvé dans la lherzolite de filons de ces roches.

marquer que, dans les Pyrénées, ces passages n'existent pas (¹), tout comme dans cette région on n'observe pas de passages entre les lherzolites et les ophites qui les accompagnent.

» En résumé, il existe deux familles de roches basiques grenues, à la fois dépourvues de péridot et de feldspath, qui, au point de vue génétique, sont étroitement liées aux péridotites et doivent désormais occuper dans les classifications pétrographiques une place parallèle à celle des roches à péridot. »

M. **J. Rué** adresse une Note « sur les courbes de chemins de fer et sur les moyens pratiques à employer pour les vérifier ou pour les rectifier ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Avril 1895. Tome IV. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Avril 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils.

Stéréochimie. Exposé des théories de Le Bel et Van't Hoff, complétées par les travaux de MM. Fischer, Bæyer, Guye et Friedel, par M. Édouard-Gabriel Monod, avec une Préface de M. C. Friedel. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques, par M. F. Fouqué. Paris, Chaix, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Traitement des fractures par le massage et la mobilisation, par M. le Dr Just

---

(¹) On pourrait toutefois considérer quelques diallagites à hornblende de Lherz comme le passage à la wehrlite si la proportion d'olivine y était plus considérable.

Lucas-Championnière, Chirurgien de l'hôpital Beaujon, etc. Paris, Rueff et Cie, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Exposition universelle internationale de 1889 *à Paris. Palais. Jardins. Constructions diverses. Installations générales. Monographie,* par A. Alphand, Membre de l'Institut, avec le concours de M. Georges Berger, Député. Publication achevée sous la direction de M. Alfred Picard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, etc. Paris, J. Rothschild, 1892-1895; 1 vol. in-4° avec atlas.

Annuaire de la Marine pour 1895. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

Quelques pages de l'histoire d'un grain de poussière, par M. G. Van der Mensbrugghe, Professeur à l'Université de Gand. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*. Juillet 1894.)

Transactions of the american Society of mechanical Engineers. Vol. XV, 1894. New-York City, 1894; 1 vol. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers; with other selected and abstracted Papers. Vol. CXIX. Londres, 1895; 1 vol. in-8°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt. 1892. Zürich; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 mars 1895.)

Bulletin bibliographique. Page 699, ligne 4.

Au lieu de *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle....* (Présenté par M. Daubrée).

Lisez *Étude minéralogique de la lherzolite des Pyrénées et de ses phénomènes de contact,* par M. A. Lacroix. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.* 3e série, VI, 209-308 et pl. 5 à 10; 1894.) (Présenté par M. Daubrée.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 15 avril sera remise au mardi 16.

OPTIQUE. — *Sur le spectre cannelé*. Note de M. **H. Poincaré**.

« Il y aura bientôt cinquante ans que M. Fizeau, par une expérience célèbre, a cherché à mettre en évidence la permanence du mouvement lumineux pendant un très grand nombre d'oscillations.

» Si l'on fait interférer deux rayons de lumière blanche, dont la différence de marche est de plusieurs milliers de longueurs d'onde, on n'aperçoit pas de franges, mais si l'on fait tomber le faisceau sur un spectroscope,

on voit que le spectre est sillonné de bandes obscures qui correspondent aux radiations simples qui sont éteintes par l'interférence.

» La signification de cette expérience a été contestée en vertu des considérations suivantes :

» Soit

$$\xi = F(t)$$

l'équation du mouvement lumineux en un point donné, ξ étant le déplacement de l'éther.

» Une fonction quelconque pouvant être exprimée par l'intégrale de Fourier, nous pouvons écrire

$$F(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\, e^{iqt}\, dq \tag{1}$$

ou

$$f(q) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(t)\, e^{-iqt}\, dt. \tag{2}$$

» Quelque compliqué que soit le mouvement lumineux, on pourra donc le considérer comme dû à la superposition d'une infinité d'ondes simples dont la période sera $\frac{2\pi}{q}$, dont l'amplitude sera $|f(q)|\, dq$ et la phase l'argument de $f(q)$.

» L'effet du spectroscope serait alors d'isoler ces ondes simples les unes des autres.

» Si l'on fait interférer deux rayons émanés d'une même source et dont la différence de marche est égale à h, l'équation du mouvement lumineux deviendra

$$\begin{aligned} \xi &= F(t) + F(t+h) \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\left[e^{iqt} + e^{iq(t+h)}\right] dq \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} f(q)\, e^{iqt}(1 + e^{iqh})\, dq. \end{aligned}$$

» L'effet du spectroscope sera alors d'isoler la radiation dont la période est $\frac{2\pi}{q}$ et dont l'amplitude sera devenue

$$dq\, |f(q)|\, |1 + e^{iqh}|$$

et sera multipliée par conséquent par le facteur $|1 + e^{iqh}|$ de telle façon que pour une différence de marche convenable la radiation devra s'éteindre.

» On pourrait dire aussi que l'amplitude de cette radiation est égale au module de

$$(3)\qquad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dq}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}[\mathrm{F}(t)+\mathrm{F}(t+h)]\,e^{-iqt}\,dt \\ &\quad =\frac{dq}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t)\,e^{-iqt}(1+e^{iqh})\,dt, \end{aligned} \right.$$

car

$$(4)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t+h)\,e^{-iqt}\,dt=\int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(t)\,e^{-iq(t-h)}\,dt.$$

» A ce compte, l'expérience de MM. Fizeau et Foucault ne nous apprendrait rien sur la constitution de la lumière, puisque le résultat devrait être le même, quelle que soit la fonction $\mathrm{F}(t)$.

» Mais une simple réflexion nous mettra en défiance contre cette manière de raisonner.

» Supposons que la fonction $\mathrm{F}(t)$ soit nulle pour t négatif, qu'elle varie d'une façon quelconque depuis $t=0$ jusqu'à $t=t_0$; et qu'elle redevienne nulle pour $t>t_0$. L'intensité d'une radiation simple isolée par le spectroscope devrait encore être calculée à l'aide de la formule (2); elle serait donc constante.

» Qu'est-ce à dire? Supposons qu'on braque un spectroscope sur une bougie et qu'on allume cette bougie pendant un certain temps; la formule voudrait dire qu'on devrait voir quelque chose dans le spectroscope après que la bougie serait éteinte et même avant qu'elle soit allumée.

» La formule est donc fausse; comment convient-il de la modifier. Pour nous en rendre compte, supposons d'abord que l'appareil dispersif soit un réseau.

» Pour calculer l'amplitude de la radiation envoyée par le réseau à un point M très éloigné dans une direction donnée, il suffit d'appliquer le principe de Huygens.

» Soit θ le temps que la lumière met pour aller d'un point P du réseau au point M. Soit $d\omega$ un élément de surface du réseau dont le centre sera P. Soit ψ une fonction qui sera égale à 1 ou à 0, suivant que l'élément $d\omega$ appartiendra ou non à une fente du réseau; on aura

$$\xi=\int\mathrm{F}(t-\theta)\,\psi\,d\omega,$$

l'intégration devant être étendue à toute la surface du réseau.

Mais on aura

$$d\omega = K\,d\theta,$$

K étant un coefficient constant qui dépend de la longueur du réseau et de la *déviation*, c'est-à-dire de l'angle que fait la normale au réseau avec la direction PM; direction sensiblement constante pour tous les points du réseau, puisque le point M est très éloigné. D'autre part, ψ pourra être considéré comme une fonction de θ. On aura donc

$$\xi = K \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t-\theta)\,\psi(\theta)\,d\theta.$$

Les limites θ_0 et θ_1 sont les temps que met la lumière pour aller des extrémités du réseau au point M.

» La fonction ψ qui est égale tantôt à 1, tantôt à 0, est une fonction périodique de θ et la période que j'appelle $\frac{2\pi}{q}$ dépend de la déviation et de l'équidistance des traits du réseau.

» Je puis donc développer en série de Fourier et écrire

$$K\psi = \Sigma A_n e^{niq\theta},$$

n étant un entier qui varie de $-\infty$ à $+\infty$.

» On a donc

$$\xi = \Sigma A_n e^{niqt} \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t-\theta)\,e^{-niq(t-\theta)}\,d\theta.$$

» Tout se passe donc comme si nous avions une série de radiations dont la période serait $\frac{2\pi}{nq}$, mais dont l'amplitude et la phase, au lieu d'être rigoureusement constantes, varieraient avec une lenteur relative. Cette amplitude et cette phase ne seraient autre chose que le module et l'argument de l'intégrale

$$A_n \int_{\theta_0}^{\theta_1} F(t-\theta)\,e^{-niq(t-\theta)}\,d\theta.$$

» Parmi ces radiations, celles qui correspondent à $n = \pm 1$ agiront seules sur la rétine.

» Pour retrouver le résultat que nous avait donné l'intégrale de Fourier, il faudrait faire $\theta_0 = -\infty$, $\theta_1 = +\infty$; l'amplitude de la vibration (pour $n = 1$ par exemple) serait alors constante et proportionnelle au module

de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \mathrm{F}(t-\theta)e^{-iq(t-\theta)}\,d\theta = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathrm{F}(t)e^{-iqt}\,dt.$$

» Mais la différence des limites $\theta_1 - \theta_0$, au lieu d'être infinie, est égale à autant de périodes qu'il y a de traits utilisés dans le réseau; elle est donc égale à un temps fort court.

» Supposons maintenant qu'on fasse tomber sur le réseau un faisceau formé de deux rayons interférents; l'amplitude sera alors proportionnelle au module de l'intégrale

$$\int_{\theta_0}^{\theta_1} [\mathrm{F}(t-\theta) + \mathrm{F}(t-\theta+h)]\,e^{-iq(t-\theta)}\,d\theta.$$

» L'expérience de M. Fizeau nous apprend que cette amplitude est proportionnelle à $(1 + e^{iqh})$; on doit donc avoir

$$(4\ bis) \qquad \int_{t-\theta_1+h}^{t-\theta_0+h} \mathrm{F}(t)e^{-iqt}\,dt = \int_{t-\theta_1}^{t-\theta_0} \mathrm{F}(t)e^{-iqt}\,dt.$$

» Cette formule, analogue à la formule (4), n'est qu'une simple tautologie si l'on suppose comme dans la théorie incomplète $\theta_0 = -\infty$, $\theta_1 = +\infty$; il en sera de même si $\theta_1 - \theta_0$ est très grand par rapport à h, c'est-à-dire si le nombre des traits utilisés du réseau est très grand par rapport au nombre de périodes représenté par la différence de marche.

» Mais il n'en est plus de même dans le cas contraire. *L'expérience de Fizeau et Foucault nous enseigne alors que le mouvement lumineux présente une certaine espèce de permanence exprimée par l'équation* (4 *bis*).

» Si, par exemple, la différence de marche est de 10000 périodes et si l'on utilise 1000 traits du réseau, cette expérience nous apprend que le mouvement lumineux, pendant les périodes 0 à 1000, ne diffère pas du mouvement lumineux pendant les périodes 10000 à 11000, comme différeraient par exemple deux mouvements lumineux émanés de deux sources différentes.

» Ainsi une analyse complète conduit précisément aux mêmes conséquences que la clairvoyance de M. Fizeau avait devinées d'avance.

» Les résultats seraient analogues avec un prisme; sans entrer dans le détail du calcul, on voit que la séparation des couleurs par la réfraction est encore, en dernière analyse, un phénomène d'interférence qui peut se calculer à l'aide du principe de Huygens; il est donc clair que dans la for-

mule finale n'interviendront que les valeurs de $F(t)$ pour des valeurs de t comprises entre $t-\theta_0$ et $t-\theta_1$, θ_0 et θ_1 étant la plus petite et la plus grande distances (exprimées en temps) du point M à la première surface réfringente. »

GÉODÉSIE. — *Translation de la capitale du Brésil; Plans et Rapports officiels;* par M. **H. Faye**.

« En 1891, le Congrès national du Brésil a décidé de mettre à l'ordre du jour la translation de la capitale dans une région plus saine et plus sûre; il a voté les fonds nécessaires pour les études relatives à cette question. Cette grande entreprise a été confiée le 18 avril 1892 à une Commission de 22 membres, chargée de déterminer les localités de ce vaste empire qui offriraient les plus sérieuses garanties de succès. M. Cruls, l'éminent directeur de l'observatoire de Rio, a été nommé président de cette Commission. Celle-ci s'est mise immédiatement à l'œuvre; ses investigations ont duré huit mois et elle a consigné, dans des Rapports détaillés, les résultats de ses recherches ([1]).

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, au nom du Président, le travail de la Commission, composé d'une série de Rapports sur toutes les faces de la question et d'un grand nombre de plans, d'itinéraires et d'opérations astronomiques et géodésiques qui ont eu pour but principal de déterminer les coordonnées géographiques des sommets d'une aire de 14400^{kmq} comprenant le district proposé pour la capitale future.

» Ce district est situé sur le plateau central du Brésil, dans la région des monts Pyrénéens, l'aire étant comprise entre les parallèles de 15°40′ et de 16°8′ de latitude et entre les méridiens de 3^h18^m et 3^h24^m de longitude. L'altitude, de plus de 1000^m, permet de compter sur une température très douce, assez semblable à celle de l'extrême midi de la France dans la belle saison, et, considération tout à fait capitale, à cette hauteur, il n'y a pas à craindre l'impaludisme et les maladies spéciales qui règnent sur plusieurs côtes du Brésil. Les nombreuses rivières qui prennent leur source dans ces contrées assurent à la population qui viendra s'y agglomérer une grande provision d'eau excellente (plus de 1000^{lit} par tête pour un million d'habitants) et les chutes d'eau assez importantes garantissent l'exploi-

([1]) Voir plus loin p. 767.

tation de forces naturelles en quantités largement suffisantes. Enfin, le sol y est éminemment productif et le sous-sol offre les ressources les plus variées en fait de mines et de matériaux de construction.

» La seule objection, c'est la distance qui sépare ce district central des ports principaux. Mais c'est là précisément un des plus graves motifs qui ont décidé la translation de la capitale dans un centre inabordable pour les forces maritimes d'autres pays qui pourraient être tentés d'envahir une vaste contrée ayant précisément sa capitale dans un port de mer. La distance serait de dix-huit à vingt heures par chemin de fer lorsque les voies ferrées auront relié le district fédéral aux différents ports.

» Je ne saurais qu'applaudir à un projet qui doit mettre en culture les principaux États du Brésil, comme ceux des Goyas et des Minas Geraes, déjà célèbres par leurs productions en or et en diamants, et où l'acclimatement de nos émigrés sera si facile. Cette grande entreprise décidera sans doute le Brésil à élargir et compléter les travaux scientifiques de la Commission actuelle qui vient d'opérer, avec de si brillants résultats, sous l'habile direction de M. Cruls.

» L'Ouvrage est imprimé en langue portugaise et en français. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Structure de l'hyménium chez un* Marasmius. Mémoire de M. **J. de Seynes**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard.)

« L'Agariciné du genre *Marasmius*, qui fait le sujet de cette observation, m'a été adressé du Congo français par MM. Allégret et Teisserès, missionnaires à Lambarene, sur les bords de l'Ogowé. Trois exemplaires issus de trois mycéliums différents m'ont présenté une structure de l'hyménium pareille sur les trois, ce qui semble exclure la supposition d'une déformation tératologique accidentelle.

» Le chapeau de cette espèce de *Marasmius* mesure 6^{mm} à 7^{mm} ; il est porté sur un pédicule haut de 7^{mm} à 9^{mm}; les lamelles sont étroites, espacées, pliciformes. L'hyménium, étendu sur et entre les lamelles, se compose de cellules en palissades, oblongues, atténuées à la base. Quelques cystides fusiformes émergent çà et là au-dessus des cellules hyméniales. Quand on examine à un grossissement suffisant, et surtout après les avoir

dissociés, les éléments de cet hyménium, on s'aperçoit qu'aucun d'eux n'offre les caractères d'un baside. Les cellules oblongues sont, les unes lisses comme les cellules stériles ou paraphyses de l'hyménium type, les autres couronnées d'appendices cylindriques de longueur variable, brusquement tronqués, dressés irrégulièrement sur le sommet de la cellule. Ces appendices sont tantôt de simples verrues, tantôt d'une longueur qui peut mesurer jusqu'à la moitié de la hauteur de la cellule qui les porte; leur nombre varie de 1 à 20 ou 25 sur une même cellule. Les artifices d'optique ou les réactifs chimiques ne permettent pas de constater la cavité intérieure facile à reconnaître chez les stérigmates des basides. Ce sont, en réalité, des appendices cellulosiques pleins dépendant de la membrane d'enveloppe comme les verrues des spores de Lactaires.

» Les cystides fusiformes, dont j'ai parlé tout à l'heure, ont aussi une tendance à produire de semblables appendices, mais réduits à 1 ou 2 de petite dimension. Cette disposition se rencontre parfois chez les cystides; M. Fayod a nommé cystides couronnés ceux qui la présentent. M. Patouillard a figuré chez le *Mycena corticola* Fr. des cystides dont les appendices ont une grande analogie avec ceux du *Marasmius* congolais. Le chapeau de celui-ci présente un revêtement épidermique formé par une assise de cellules en brosse. Ces cellules doivent leur nom à la présence, sur la paroi supérieure, d'appendices cellulosiques courts, très nombreux, dont l'analogie avec ceux qui surmontent les cellules hyméniales est frappante.

» L'hyménium montre donc une tendance très nette à revêtir les caractères d'un revêtement épidermique. Ainsi se trouvent confirmées les indications déjà données dans ce sens par la similitude des cystides et des poils épidermiques chez beaucoup d'espèces. La seule différence à noter ici, c'est que ces cellules du revêtement épidermique sont très régulières comme forme, comme dimension, ainsi que les appendices du sommet, tandis que les cellules de l'hyménium ont une tendance à l'irrégularité, soit des appendices, soit des cellules elles-mêmes, qui présentent parfois des boursouflures, des bifurcations ou un très court rameau terminal. L'absence de baside normal implique la stérilité de ce *Marasmius;* une autre disposition paraît aussi la rendre inévitable; toutes les cellules de l'hyménium, lisses, appendiculées, cystides de toute dimension, sont remplies d'un suc propre, concrété, réfringent; localisé dans ces cellules, il ne dépasse pas la cloison qui sépare chacune d'elles des hyphes qui leur donnent naissance; l'évolution d'un noyau pour la formation des spores dans un milieu ainsi solidifié est rendu impossible.

» Au point de vue de sa propagation, cet Agariciné pose donc un problème dont la solution ne peut se trouver que dans le pays d'origine. Y a-t-il deux sortes de réceptacles piléiformes, les uns stériles, les autres fertiles, venant peut-être à des époques différentes et réalisant en quelque mesure le dimorphisme floral de quelques Phanérogames? Se propage-t-il par un organe conidiophore à forme de Tubercularies ou de *Ptychogaster*? Telles sont les questions qui se présentent à l'esprit. Le mycélium et les poils mycéliaux de la base du pédicule ne m'ont laissé voir aucune trace de production de conidies libres. Une autre hypothèse, et la plus vraisemblable, c'est que de temps en temps des cellules de l'hyménium échappent à la transformation en cellules épidermiques et se développent en basides normaux, comme on voit, chez les *Nyctalis*, l'hyménium envahi parfois complètement par les cellules conidifères, présenter sur d'autres exemplaires quelques basides sporifères normalement développés.

» Si l'on compare l'observation que je viens de résumer, avec celles qui ont trait au développement de conidies sur l'hyménium de plusieurs Hyménomycètes, on voit une tendance de l'appareil sporifère à réaliser, ici la forme de cellules épidermiques, ailleurs la forme de cellules non spécialisées conidifères, comme celles que j'ai décrites chez le *Polyporus biennis* Fr. Avec des variations et des nuances diverses, cette dégradation de l'hyménium rapproche ainsi des Champignons inférieurs certains types dont le réceptacle conserve cependant une forme spécialisée et les caractères de types plus élevés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Alfred Basin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Le paquebot insubmersible ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *Houette* ayant pour titre : « Les courants de la Manche ». (Présenté par M. de Jonquières.)

M. A. **Agassiz** adresse une Lettre à M. le Secrétaire perpétuel sur la formation, par la Société des Chimistes américains, d'un Comité pour la souscription au monument que l'Académie a proposé d'élever à Lavoisier.

ALGÈBRE. — *Sur les substitutions.* Note de M. **Zochios**, présentée par M. Poincaré.

« *Notation.* — J'adopterai dans ce travail la notation suivante pour représenter les substitutions :

» Donnant aux lettres $a, b, c, \ldots n$ les valeurs $1, 2, 3, \ldots, n$ respectivement et réduisant toutes les substitutions au même dénominateur commun $a\,b\,c \ldots n$, je retranche de chaque lettre du numérateur la lettre qui se trouve au-dessous au dénominateur. Ainsi $23\bar{2}0\bar{3}$ représentera la substitution

$$\begin{pmatrix} c\,e\,a\,d\,b \\ a\,b\,c\,d\,e \end{pmatrix}.$$

» *Définitions.* — J'appelle *termes* les différents nombres qui constituent le symbole d'une substitution.

» Une substitution *symétrique* sera une substitution dont les termes à égales distances des extrémités sont égaux et de signes contraires, le terme du milieu étant zéro si le nombre des lettres est impair.

» Exemples : $3\bar{1}01\bar{3}$ et $34\bar{1}1\bar{4}\bar{3}$.

» Je dirai que deux substitutions sont *homotermes*, quand elles seront composées des mêmes termes.

» Exemples : $3\bar{1}2\bar{2}\bar{2}$ et $23\bar{2}\bar{2}\bar{1}$.

» Enfin, deux substitutions dont les termes, à égales distances des extrémités opposées, sont égaux et de signes contraires seront dites *contraires*.

» Exemples : $002\bar{1}\bar{1}$, $11\bar{2}00$.

Théorèmes. — I. Le nombre des lettres étant $2k$ ou $2k+1$, l'ensemble des substitutions symétriques forme un système conjugué d'ordre

$$2^k k(k-1)(k-2)\ldots 3.2.1.$$

» *Corollaire.* — Les substitutions symétriques du premier genre, c'est-à-dire équivalentes à un nombre pair de transpositions, forment un système conjugué d'ordre $2^{k-1}k(k-1)(k-2)\ldots 3.2.1$.

» II. Les puissances K de toutes les substitutions circulaires symétriques d'ordre $2k$ sont identiques.

» III. μ étant l'ordre d'une substitution symétrique s, les substitutions s^{ν} et $s^{\mu-\nu}$ sont homotermes.

» IV. L'ensemble des substitutions, dont tous les termes sont multiples d'une même quantité α, forme un système conjugué. n étant le nombre de lettres, si

$$n = \lambda\alpha + \beta,$$

l'ordre du système sera

$$(\lambda+1)^{\alpha-\beta}\lambda^{\alpha}(\lambda-1)^{\alpha}\ldots 3^{\alpha}.2^{\alpha}.1.$$

» *Corollaires*. — Les substitutions du premier genre, qui satisfont à la condition énoncée, forment un système conjugué d'ordre

$$\tfrac{1}{2}(\lambda+1)^{\alpha-\beta}\lambda^{\alpha}(\lambda-1)^{\alpha}\ldots 3^{\alpha}.2^{\alpha}.1.$$

Les substitutions symétriques qui satisfont à la condition énoncée forment un système d'ordre

$$(\lambda+1)^{\frac{\beta}{2}},\quad \lambda^{\frac{\alpha}{2}}(\lambda-1)^{\frac{\alpha}{2}},\quad \ldots,$$

en supposant α et β pairs tous les deux.

» V. Le nombre des lettres étant pair, les substitutions dont tous les termes sont pairs ou impairs forment un système conjugué d'ordre

$$2.k^{2}(k-1)^{2}(k-2)^{2}\ldots 3^{2}.2^{2}.1,$$

et généralisant :

» VI. L'ensemble des substitutions, dont tous les termes sont congrus entre eux suivant un même module, forme un système conjugué.

» *Remarque*. — Si le nombre des lettres est premier avec le module, il n'existe pas de substitution satisfaisant à la condition énoncée.

» VII. Les substitutions contraires des substitutions d'un système conjugué forment un système conjugué de même ordre. »

GÉODÉSIE. — *Translation de la capitale du Brésil.* Lettre adressée à M. Faye, par M. CRULS.

« J'ai l'honneur de vous offrir deux exemplaires, dont l'un pour l'Institut et l'autre pour vous, du Rapport, en deux Volumes, texte et Atlas, que je viens de présenter au gouvernement brésilien, sur les travaux effectués, sous ma direction, par la Commission d'exploration du Plateau central du Brésil, dans le but d'y transférer la capitale.

» Dans l'ensemble des travaux exécutés par la Commission, je me permettrai de vous signaler la détermination de la différence de longitude entre Goyaz-Uberaba-Saint-Paul-Rio, dont l'extension totale de la ligne télégraphique dépasse 1800^{km}, à savoir, en chiffres ronds :

Rio-Saint-Paul...............	500^{km}	1800
Saint-Paul-Uberaba...........	700	
Uberaba-Goyaz...............	600	

» Vous trouverez le résumé des calculs et résultats de la page 167 à 189. Comme il ne s'agissait, en somme, que d'obtenir la longitude de Goyaz à une ou deux secondes de temps près, nous avons simplement déterminé l'heure locale, soit à l'aide du théodolite, soit même au sextant (Hurliman), et nous avons échangé les signaux à l'aide de l'appareil Morse; cette opération, répétée quelques jours de suite, a fourni des résultats plus que satisfaisants.

» L'opération essentielle consistait à délimiter sur le terrain une aire de 14400^{kmq}. Je lui ai donné la figure d'un quadrilatère sphéroïdique dont les deux côtés, constitués par des arcs de méridien, sont écartés de $1^{\circ},5$ ou six minutes de temps en longitude et les côtés nord et sud, constitués par des arcs de parallèle, se trouvent écartés de $48'35''$, les latitudes extrêmes étant respectivement $15^{\circ}20'0''$ et $16^{\circ}8'35''$. En unités métriques, on peut admettre que ce quadrilatère sphéroïdique, qui s'écarte peu d'un rectangle, a ses côtés opposés égaux, et l'on trouve que ceux-ci ont 160^{km} et 90^{km} de longueur, le périmètre total ayant donc un développement de 500^{km}.

» Quatre brigades, opérant isolément, et partant d'un même point, dont les coordonnées géographiques étaient approximativement connues, se sont dirigées, par la méthode du cheminement, en s'aidant de la boussole et du podomètre, vers les quatre sommets du quadrilatère, de façon à s'en rapprocher le plus possible. Elles ont ensuite déterminé les coordonnées de leur point de stationnement, et en ont déduit de combien elles devaient se déplacer, tant en longitude qu'en latitude, pour se trouver au sommet dont les coordonnés avaient été assignées dans les instructions. Si l'on peut être assuré que les erreurs en latitude ne doivent pas être grandes, il n'en est pas de même en ce qui concerne les longitudes.

» Aussi ne pourra-t-on considérer la délimitation en longitude comme définitivement fixée, que lorsqu'une ligne télégraphique, reliant Goyaz à l'un des points de la zone considérée, aura permis de rectifier cette coor-

donnée par la méthode électrique. Nous avons d'ailleurs commencé déjà une triangulation, qui s'étendra sur toute l'aire du quadrilatère délimité.

» L'altitude barométrique, observée en 1892 et vérifiée en 1894, avec tous les soins possibles, du sommet des Pyrénées, a été trouvée de 1385^{m}, alors que les Cartes mentionnent 2800^{m}!

» Nous avons, en outre, jaugé le débit d'une trentaine de rivières et levé plus de 4000^{km} d'itinéraire parcourus.

» Voilà, rapidement résumées, les opérations essentielles exécutées dans l'espace d'environ huit mois. »

GÉODÉSIE. — *Sur les travaux géodésiques dans le bassin de l'Amour.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Deux parties de la Russie présentent de sérieuses difficultés aux opérations géodésiques : la Finlande et le bassin de l'Amour. Toutes les deux ont la surface accidentée et couverte d'épaisses forêts. En outre, la population y est rare et, par conséquent, les bonnes routes manquent ou sont remplacées par les sentiers. Ces conditions naturelles ont obligé les géodésiens russes de remplacer les réseaux de triangles par les séries de points astronomiques isolés et la planchette par le théodolite ou la boussole. La méthode a déjà donné d'excellents résultats en Finlande qui possède de bons plans et de très jolies cartes. Dans le bassin de l'Amour, M. Gladycheff, chef des travaux géodésiques, se sert de la même méthode, en appliquant aux observations astronomiques le télégraphe. Comme dans cette sorte de recherches le but principal de l'observateur est de se débarrasser des erreurs de l'œil et de l'oreille, pour arriver aux résultats très précis, MM. Gladycheff et Nazarieff, son collègue, armés des chronomètres et placés aux bouts du fil télégraphique, répètent leurs observations plusieurs fois. Cela demande beaucoup de temps, mais donne les résultats propres à satisfaire les plus grandes exigences, comme on peut le voir dans le 52e Volume des *Mémoires de la section topographique de l'état-major russe*, récemment paru. Comme points de départ de ces opérations géodésiques, MM. Gladycheff et Nazarieff ont pris sept villes dont la position géographique était déjà déterminée en 1873-76 par M. Scharnhorst, à l'aide du télégraphe et avec la plus grande précision, à savoir : Tchita, Sriétensk, Albazin, Blagoviéstchensk, Khabarovsk, Nicolaévsk et Vladivostok. Voici les résultats numériques obtenus par MM. Gladycheff et Nazarieff :

Localités.	Latitude N.	Longitude E. de Poulvi.	Erreurs probables.
Lazarévo, station télégraphique	44°.20'.58",6	6h.52m.20s,631	±0s,152
Biéltrovo, station télégraphique.....	44.49.57,0	6.52.59,629	±0,158
Grafskaïa, stanitza..................	45.56.50,1	6.53.23,036	±0,246
Catherino-Nicolskaïa, stanitza.......	47.45.12,5	6.42.31,754	»
Mikhaïlo-Séménovskaïa, stanitza	47.56.29,7	6.49.16,040	»
Piétrovskaïa, stanitza..............	48.15.36,7	6.53.34,999	»
Raddefka, stanitza..................	48.35.30,7	6.41. 5,934	»
Innokéntievskaïa, stanitza	49.18. 1,7	6.37.27,354	»
Poïarkovo, stanitza.................	49.37.19,9	6.33.19,419	»
Dono, village	50.52.59,6	5.53. 1,979	±0,133
Alexandrovsky-Zavod	50.55.31,6	5.50.25,743	±0,135
Soukhotina, stanitza................	51. 0.19,4	6.26.43,305	»
Nertchinsuy-Zavod...................	51.18.27,2	5.57. 9,305	±0,131
Koumara, stanitza...................	51.34.22,5	6.25.31,509	»
Schélopouguino, village	51.38.45,2	5.48.56,467	±0,133
Nertchinsk, ville	51.58.20,8	5.45. 2,200	±0,124
Novo-Voskressénka	52. 6.20,1	6.24.59,545	»
Tcherniaéva, stanitza	52.47.26,0	6.22.40,274	»
Békétova, stanitza	53.12.19,3	6.18.53,127	»
Pokrovskaïa, stanitza	53.20.41,5	6. 4.50,448	»
Ignachina, stanitza.................	53.27.50,0	6. 8.15,796	»
Djalinda, village...................	53.28.25,2	6.14.18,142	»
Dépôt de la Cie des mines d'or.......	53.43.28,9	6.27.41,338	»

» Les chiffres de la quatrième colonne représentent les erreurs probables de la détermination des longitudes, en fractions d'une seconde de temps. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée à 4°.* Note de M. **J. Macé de Lépinay.**

« Cette donnée est encore mal connue, les déterminations faites jusqu'ici conduisant à des nombres compris entre 1000gr,480 (Shuckburg et Kater) et 999gr,653 (Stampfer). Il m'a paru important, concurremment aux recherches faites au Bureau international des Poids et Mesures, d'entreprendre la détermination de ce nombre par une méthode en grande partie nouvelle. Ces expériences sont encore inachevées, mais les divers essais faits à ce sujet me permettent d'espérer que je pourrai rester dans les limites de précision qui résultent de la discussion suivante.

» Une pareille détermination comprend : 1° l'étude de la forme géométrique et des dimensions d'un certain solide en fonction de l'étalon du mètre; 2° la mesure, directe ou indirecte, de la perte de poids de ce solide immergé dans de l'eau pure, privée d'air, à la température du maximum de densité, en fonction de l'étalon du kilogramme.

» De ces deux opérations, c'est la première qui me semble présenter le plus d'aléas. Si, comme Lefèvre-Gineau et ses collaborateurs, on donne à ce solide la forme cylindrique, on est obligé de déterminer la forme et les diverses dimensions d'une série de sections droites, et d'assimiler le volume compris entre deux consécutives d'entre elles à un tronc de cône. De là une série d'incertitudes dont l'influence dans le résultat final est difficile à estimer.

» J'ai été conduit ainsi à donner à ce solide la forme d'un parallélépipède rectangle. Elle présente l'avantage que, si la matière qui le constitue est homogène et transparente, la méthode optique de mesure des épaisseurs, fondée sur l'observation des franges de Talbot (¹), lui est applicable. Ces mesures en longueur d'onde permettent de connaître toutes les dimensions utiles en valeur absolue si l'on prend comme terme de comparaison l'une des trois raies du cadmium étudiées par M. Michelson. La condition d'homogénéité contraint à restreindre les dimensions du solide, mais cet inconvénient est bien compensé par la facilité et la précision des mesures.

» Le parallélépipède est en quartz, matière dont on connaît particulièrement bien la dilatation. Ses dimensions sont 40^{mm}, 39^{mm} et $39^{mm},5$. Il a été taillé par M. Werlein. Il est à arêtes vives, d'une parfaite limpidité. La planéité des faces est exacte à quelques dixièmes de micron près, leur parallélisme à 10″ près. Quant aux écailles actuelles, dont l'existence avant les pesées est même douteuse, leur volume total n'atteint pas $0^{mmc},005$.

» Les mesures des dimensions comportent les opérations suivantes : 1° Mesure de l'indice de réfraction ordinaire pour la radiation employée d'un prisme tiré du même bloc que le parallélépipède. Grâce à l'emploi d'un goniomètre construit par MM. Brunner pour la Faculté des Sciences de Marseille, et grâce à de nombreuses précautions sur le détail desquelles je ne reviendrai pas, il est possible de déterminer cet indice à une unité près du sixième ordre décimal (²). Si l'on remarque que l'erreur relative

---

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 1377; 1885. Voir, en particulier, *Journal de Physique*, 1re série, t. V, p. 405, 2e et 3e série, t. II, p. 365. Le Mémoire complet paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

(²) Les résultats des mesures effectuées jusqu'ici sur ce prisme, au voisinage des

commise dans une mesure d'épaisseur est égale à $\frac{\Delta n}{n-1}$, n étant l'indice, on voit qu'elle est, dans le cas actuel, d'environ $\frac{1}{540000}$. 2° Des mesures absolues n'ont été effectuées jusqu'ici qu'avec des lames de 2^{cm} d'épaisseur, en utilisant la dispersion d'un réseau de Rowland de 2^{m} de rayon. Grâce à l'obligeance de M. Cornu, j'ai pu faire quelques essais sur des épaisseurs de quartz de 4^{cm}, et constater qu'il me sera possible, avec un réseau de 7^{m} de rayon, de les mesurer avec la même facilité et la même précision, c'est-à-dire à $0^{\mu},04$ près (erreur relative $\frac{1}{1000000}$). Le programme des mesures que je me propose de faire comportant vingt-quatre déterminations absolues d'épaisseur, l'erreur moyenne résultante peut être considérée comme entièrement négligeable en comparaison de celle qu'entraîne la détermination de l'indice. 3° Ces mesures absolues ne pouvant être effectuées qu'en des régions voisines des bords doivent être complétées par l'étude des variations d'épaisseur. Ces mesures, actuellement achevées, ont été faites par la même méthode des franges de Talbot, en séparant les faisceaux interférents au moyen de parallélépipèdes Mascart. L'erreur que comporte l'étude de chaque région (au nombre de 81 pour chaque couple de faces), étant de même ordre de grandeur que la précédente, l'erreur moyenne peut être également considérée comme négligeable. 4° Les angles des plans tangents aux centres de deux faces contiguës peuvent être déterminés à quelques secondes près; l'influence de pareilles erreurs est, on le voit aisément, entièrement négligeable.

» *Pesées.* — La pesée du tube a été faite, en premier lieu (afin d'éviter les écailles), au Bureau international des Poids et Mesures, grâce à l'obligeance de MM. R. Benoît et Chappuis. Son poids a été trouvé de $163^{gr},68257$ à $0^{mmgr},02$ près, soit une approximation de $\frac{1}{8000000}$.

» La détermination de la densité moyenne, particulièrement dangereuse au point de vue de l'intégrité du parallélépipède, ne sera faite, par contre, qu'en dernier lieu. La méthode sera celle des pesées hydrostatiques. J'ai pu constater (¹), en particulier, en opérant sur un cube de quartz de mêmes dimensions, la possibilité d'éliminer les perturbations dues aux effets de la capillarité sur le fil de suspension, et d'obtenir des pesées hy-

---

températures 8° et 16°, me permettent même de penser que, grâce à la perfection de ses faces, je pourrai dépasser cette limite. Cette étude ne comportera pas moins de 81 mesures, afin d'éliminer systématiquement les diverses causes d'erreur et de connaître l'influence de la température.

(¹) *Ann. de Ch. et Phys.* (6), t. X, février 1887; Appendice.

drostatiques exactes à $0^{mmgr},1$ près. On voit qu'une détermination unique permettra de déterminer la masse cherchée à $\frac{1}{640000}$ près; on prendra la moyenne des résultats de plusieurs mesures.

» En résumé, parmi les diverses causes d'erreur que comporte une pareille série de mesures, il en est une qui domine toutes les autres, c'est celle qu'entraîne la détermination de l'indice. L'erreur relative d'une mesure d'épaisseur pouvant dès lors être de $\frac{1}{540000}$ environ, celle du volume est trois fois plus grande, soit $\frac{1}{160000}$. Tel peut donc être l'ordre de grandeur de l'erreur finale, ce qui correspond à une erreur de 6^{mmgr} sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvel appareil pour mesurer le pouvoir inducteur spécifique des solides et des liquides.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Ayant besoin, pour les expériences que j'ai indiquées dans ma dernière Note [1], de connaître le pouvoir inducteur spécifique de diélectriques solides ou liquides, j'ai fait construire pour cet usage un nouvel appareil dont voici la description :

» Il se compose essentiellement d'un double électromètre absolu de Lord Kelvin. Les deux plateaux mobiles en aluminium A et A′ (4^{cm} de diamètre) sont placés horizontalement l'un au-dessus de l'autre et sont solidaires; leur ensemble est porté par l'un des bras d'un fléau de balance, dont l'autre bras porte, suspendu à la façon ordinaire, un plateau, sous lequel se trouve un amortisseur à air du système P. Curie. Les anneaux de garde a et a' (8^{cm} de diamètre) des plateaux mobiles sont reliés l'un à l'autre par un cylindre métallique, de façon que l'ensemble forme une boîte percée seulement des ouvertures nécessaires. Toutes les parties déjà décrites communiquent avec les pièces métalliques de la cage de l'appareil et, par conséquent, se trouvent au même potentiel qu'elles.

» Les plateaux attirants B et B′ (8^{cm} de diamètre) communiquent aussi entre eux, mais leur ensemble est isolé des parois de la cage de façon à pouvoir être porté à un autre potentiel. Le plateau inférieur B′ est fixe, tandis que le plateau supérieur B est porté par une vis micrométrique sur laquelle est fixé un limbe gradué en 500 parties, exactement semblable à celui d'un sphéromètre et permettant de mesurer au micron le déplacement vertical du plateau B; une échelle donne les nombres entiers de tour.

» Un microscope fixe, pourvu d'une croisée de fil, vise un autre réticule porté par la tige qui relie les deux plateaux mobiles; les images des deux croisées de fil coïncident

[1] *Comptes rendus*, 22 octobre 1894.

quand le plateau supérieur A est exactement dans le plan de son anneau de garde. J'appellerai cette position la *position d'équilibre*.

» La balance est sensible à moins de $\frac{1}{20}$ de milligramme. Un ressort en fil d'argent très fin est fixé en bas sur l'un des bras du fléau et tendu en haut par un fil de cocon, qui s'enroule sur un petit treuil qu'on fait tourner à la main. En agissant sur le treuil, on peut parfaire la tare d'une façon très commode et très délicate.

» Des écrans électriques convenables, un relevage pour le fléau et une cage en partie vitrée complètent l'instrument.

» *Réglages.* — Les seuls réglages importants consistent :

» 1° A rendre le plateau supérieur A et son anneau de garde *a* parfaitement parallèles au plateau B porté par la vis micrométrique; trois vis et contre-vis permettent de faire facilement ce réglage;

» 2° A faire coïncider les images des croisées des fils, quand le plateau supérieur A est dans le plan de son anneau de garde *a*. Pour cela, j'ai visé A et *a* avec la lunette d'un cathétomètre, j'ai agi sur le treuil et, quand le plateau a été amené dans le plan de l'anneau de garde, j'ai réglé convenablement la croisée des fils du microscope.

» Il n'est nullement nécessaire que le plateau inférieur soit exactement dans le plan de son anneau de garde.

» *Détermination du pouvoir inducteur spécifique d'un corps solide.* — La lame du diélectrique étudié, de $0^{cm},7$ à $0^{cm},8$ d'épaisseur, est introduite entre A*a* et B; elle repose sur l'anneau de garde B par trois petites cales en verre d'un millimètre de côté environ. Tout étant au même potentiel, on fait la tare de façon à avoir la position d'équilibre. On établit ensuite la différence de potentiel (qui peut varier dans de grandes limites) par le jeu d'un commutateur et l'on voit la balance basculer. En réglant convenablement la hauteur du plateau B au moyen de la vis micrométrique, on arrive à trouver deux positions très voisines, telles que le jeu du commutateur fait trébucher en sens inverse la balance. On fait, sur le limbe gradué et sur l'échelle, la lecture de la position moyenne, qui correspond à l'égalité d'attraction des deux plateaux mobiles.

» On retire la lame diélectrique et l'on répète la même opération, l'air seul existant entre A*a* et B. On trouve ainsi une autre position du plateau B qui correspond à l'équilibre. On peut constater que cette position est tout à fait indépendante de la différence de potentiel employée, qu'on peut laisser varier sans inconvénient.

» Désignons par *e* la quantité dont il a fallu rapprocher le plateau inférieur et qui est donnée par la différence des deux lectures, par *c* l'épaisseur de la lame diélectrique ; un calcul facile donne, pour la valeur du pouvoir

inducteur spécifique K, la relation

$$K = \frac{c}{c - e} k,$$

k étant le pouvoir inducteur spécifique de l'air (sensiblement égal à l'unité).

» Grâce à l'amortisseur à air, les mesures se font rapidement et l'appareil permet de déterminer, avec une grande précision, le pouvoir inducteur spécifique des solides.

» Comme je n'ai pas encore pu l'essayer (faute d'une pièce nécessaire) pour les liquides, je remets à une prochaine Note son emploi dans ce cas.

» L'appareil a été construit avec beaucoup de soin par la maison Ducretet et Lejeune. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur un nouvel appareil dit « héma-spectroscope comparateur »*. Note de M. **M. de Thierry**, présentée par M. Janssen.

« J'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, le 11 mai 1885 (1), un appareil que j'ai appelé *héma-spectroscope* et, le 26 octobre (2) de la même année, un autre appareil spectral permettant d'observer les liquides sous une épaisseur de dix mètres.

» Amené par une série de recherches à comparer les spectres d'absorption des substances organiques de l'économie et le spectre du sang en particulier, j'ai imaginé un nouvel appareil que j'appellerai *héma-spectroscope comparateur* ou de comparaison.

» Cet appareil, construit par l'ingénieur Ph. Pellin, est spécialement destiné, comme son nom l'indique, à la recherche de quantités infinitésimales de sang dans un liquide quelconque : eau, urines, etc., et à déceler sa présence dans les taches, sur le linge, les étoffes, le bois, les métaux.

» Il est presque inutile de dire que l'héma-spectroscope peut être utilisé à tous les cas où il y a lieu d'appliquer le procédé de la spectroscopie par absorption, comme dans la détermination de la présence des chlorophylles, dans la recherche de très petites quantités de seigle ergoté dans la farine de froment, au moyen du spectre d'absorption particulier que présente la matière colorante de l'ergot de seigle, et enfin à la détermination

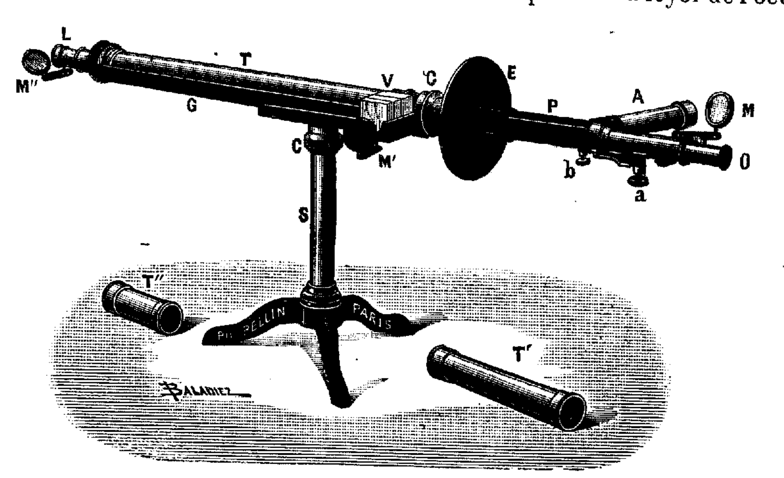
(1) *Comptes rendus*, t. C, n° 19.
(2) *Ibid.*, t. CI, n° 17.

des matières colorantes artificielles et à leur recherche dans les vins, liqueurs, sirops et autres substances falsifiées.

» Avec cet appareil, on peut observer les liquides sous une épaisseur variant de 10^{cm} à 50^{cm}; il permet, en outre, de comparer entre eux deux spectres d'absorption. Grâce à l'épaisse couche de liquide traversée par la lumière, les bandes apparaissent avec des solutions qui ne renferment que des traces de substance active. Par exemple, nous pouvons déceler, avec la plus grande facilité, la présence de l'oxyhémoglobine dans une solution qui n'en renferme que $\frac{1}{850000}$. Le pouvoir absorbant augmente plus vite avec l'épaisseur qu'il ne diminue par la dilution, et cela jusqu'à une limite assez reculée. Sous une épaisseur de 50^{cm}, on découvre donc des raies d'absorption qui échapperaient complètement à l'examen d'une couche relativement mince de solution contenant cependant la même quantité d'oxyhémoglobine.

» L'*héma-spectroscope comparateur* se compose :

» 1° D'un spectroscope à vision directe (*fig.* 1), muni d'un prisme P très dispersif, mobile à l'aide d'une vis *b* et d'une lunette micrométrique A. Au foyer de l'oculaire O



se trouve un réticule qui se projette sur l'image du spectre et sur celle du micromètre. Sur le collimateur à fente variable C se trouve un prisme mobile de comparaison qui divise la fente en deux parties égales, ce qui permet de voir simultanément dans la lunette d'observation les spectres d'absorption produits par deux liquides différents, l'un étant introduit dans un tube T, l'autre dans de petites cuves à faces parallèles V. La lunette oculaire O et le micromètre A sont munis l'un et l'autre d'un pignon (*a*) donnant un déplacement angulaire qui permet de voir le spectre et l'échelle divisée dans toute leur étendue;

» 2° De trois tubes T, T′, T″, en métal inoxydable, garnis intérieurement d'un man-

chon de verre et fermés à leurs extrémités par deux disques également en verre. Ces tubes sont par séries de trois : un de 10^{cm}, un de 20^{cm} et un de 50^{cm}.

» Trois cuves en verre V, à faces parfaitement planes et parallèles, permettent d'observer les liquides de comparaison sur une épaisseur variable de 1^{cm}, 2^{cm}, 3^{cm} et 4^{cm}.

» Les tubes T, T', T'' se posent dans une gouttière G posée sur un pied articulé S, et aux extrémités de laquelle se trouvent d'une part le spectroscope, de l'autre un système de lentilles dit *condenseur* L, donnant des rayons parallèles pour l'éclairage des tubes. Les cuves V se placent sur un support métallique fixé sur le côté gauche de la gouttière G. Un écran circulaire E, en métal, empêche les rayons lumineux latéraux de gêner l'observateur.

» L'éclairage peut être fourni soit par la lumière solaire, soit par la lumière d'un bec de gaz ou d'une bonne lampe à pétrole dont le verre est recouvert d'un manchon métallique percé d'une ouverture ovale.

» Des miroirs plans et concaves articulés M, M', M'' permettent d'éclairer le micromètre, les cuves de comparaison et les tubes avec une même source lumineuse.

» Le spectroscope, qui est démontable, peut s'adapter sur un support spécial et servir ainsi aux observations ordinaires. Toute la partie optique de l'héma-spectroscope est enfermée dans une boîte gainée.

» En résumé, cet appareil, d'une extrême sensibilité, offre toutes les garanties d'exactitude et peut rendre des services à la Médecine légale, à la Chimie biologique et analytique et à la Physique par l'étude comparée des spectres d'absorption des liquides examinés sous une grande épaisseur (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une expérience simple montrant la présence de l'argon dans l'azote atmosphérique.* Note de M. **Guntz**.

« Parmi les substances absorbant l'azote, MM. Ramsay et Rayleigh ont choisi le magnésium à cause de la facilité qu'on a de se procurer ce métal dans le commerce, quoique l'absorption complète de l'azote soit difficile à réaliser, à cause de la température élevée où il faut porter le magnésium pour produire sa combinaison avec l'azote.

» Le lithium, qui se prépare facilement pur par électrolyse, d'après le procédé que j'ai indiqué (2), se combine, au contraire, rapidement à

(1) Qu'il me soit permis ici de remercier l'ingénieur Ph. Pellin pour le soin tout particulier qu'il a apporté dans la construction de mon appareil.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 732.

l'azote, à une température inférieure au rouge sombre, comme je l'ai observé dans une étude que je poursuis sur les composés de ce métal, et cette propriété permet de montrer facilement la présence de l'argon dans l'azote retiré de l'atmosphère, et même de préparer ce gaz.

» Mettons une nacelle de fer remplie de lithium dans un tube en verre rempli d'azote provenant de l'air atmosphérique en communication avec un manomètre, et chauffons légèrement la nacelle; le lithium se combine avec incandescence à l'azote et le vide se produit dans l'appareil; la pression du gaz restant correspond à peine à 10^{mm} de mercure : laissons rentrer de l'azote extrait de l'air dans l'appareil une deuxième fois, puis chauffons de nouveau; l'azote s'absorbe de nouveau, mais semble s'absorber moins complètement, car la pression du gaz restant correspond à environ 20^{mm} de mercure. En répétant plusieurs fois cette expérience on constate que la proportion de gaz non absorbable par le lithium (proportion qui se mesure par le vide obtenu) augmente à chaque expérience, et qu'après l'introduction d'un volume suffisant d'azote l'appareil reste plein d'argon.

» Pour bien montrer que ce résidu est dû à la présence de l'argon et non à une absorption incomplète de l'azote par le lithium, répétons dans les mêmes conditions l'expérience précédente, mais en employant de l'azote retiré d'un composé chimique, le bioxyde d'azote par exemple. On constate alors que le vide de moins de 10^{mm} obtenu au commencement de l'expérience se maintient sensiblement dans le manomètre lorsqu'on laisse rentrer de l'azote provenant de AzO, tout étant absorbé.

» Cette expérience différencie nettement l'azote provenant d'un composé chimique de l'azote provenant de l'air, et montre que ce dernier renferme une substance non absorbable par le lithium, substance qui est l'argon.

» On peut obtenir ce dernier gaz et le recueillir sur le mercure en faisant passer un courant d'azote provenant de l'air dans un tube chauffé où l'on a placé plusieurs nacelles en fer contenant du lithium [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les spectres du sélénium et de quelques séléniures naturels*. Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Plus facilement encore que le soufre, le sélénium est reconnaissable dans les minéraux par la méthode d'analyse spectrale directe que j'ai

---

[1] Travail fait à l'Institut chimique de Nancy.

exposée ici [1] (étincelle fortement condensée éclatant entre deux fragments de minéral). Pour déterminer les raies appartenant au sélénium dans les spectres des séléniures, on a superposé successivement ceux-ci au spectre du sélénium pur, au moyen d'un prisme à réflexion totale, dans le champ d'un spectroscope à deux prismes. Le sélénium employé avait été spécialement purifié par M. le Dr C. Chabrié, à qui je suis heureux d'adresser ici tous mes remercîments. L'étincelle éclatait entre deux fils de platine recouverts de sélénium fondu; les raies de l'air, et, à l'occasion celles du platine, étaient retranchées du spectre ainsi obtenu. Il y manque certaines raies mentionnées par M. Salet, notamment Se ν (465,8), qu'il avait obtenues dans un tube à gaines, mais qui, dans mes recherches, se confondaient au milieu de celles de l'air (trait de feu) et, par suite, n'étaient pas pratiquement caractéristiques du sélénium dans les minéraux. Les longueurs d'onde données ici ont été lues sur une courbe à grande échelle construite avec les valeurs données par Thalén pour les principales raies des métaux; elles dépendent, par conséquent, de celles-ci. La seconde décimale est le résultat des moyennes de dix mesures au moins.

» Voici les raies dont la présence a été observée, d'une manière certaine, dans les minéraux, et qui offrent un caractère analytique. La désignation par lettres grecques est celle de M. Salet; elle correspond bien aux raies les plus fortes dans les séléniures, comme dans le sélénium :

	605,51	bien marquée.
	586,34	faible.
	574,70	faible.
	571,05	bien visible.
	562,32	bien visible.
	559,28	bien marquée.
	556,90	assez bien marquée.
	552,43	faible.
	539,10	bien marquée.
	537,35	bien marquée.
α	530,38	forte.
β	527,03	forte.
β	525,21	forte.
	523,32	faible.
γ	522,62	forte.
	521,90	assez bien marquée.
δ	517,58	forte.
	515,30	assez bien marquée.
ε	514,23	forte.
	510,60	assez bien visible.
ζ	509,80	assez forte.
ζ	509,42	bien marquée.
ζ	506,85	assez forte.
	502,60	assez bien visible.
η	499,20	bien marquée.
η	497,42	bien marquée.
θ	484,52	assez forte.
θ	484,04	assez forte.
μ	476,46	assez bien visible.
π	460,40	bien marquée.
	456,30	assez bien visible.
	421,60	diffuse.

» J'ai observé, en outre, dans le sélénium pur, les raies suivantes, de moindre importance :

649,75	629,60	544,00	474,20	417,50
647,80	613,90	511,55	440,10	413,40
643,20	569,70	504,35	432,10	»

---

[1] *Comptes rendus*, séances des 12 mars, 2 avril, 2 juillet 1894.

» Je donne ici toutes ces longueurs d'onde, malgré leurs valeurs approchées, parce que je crois celles-ci plus près de la vérité que les nombres publiés jusqu'ici, et parce qu'elles comprennent plusieurs raies non signalées depuis le premier travail de MM. Plücker et Hittorff dont les dessins avaient servi à les calculer indirectement. Les chiffres trouvés par M. Salet, pour les raies principales, avaient été obtenus avec un seul prisme.

» Voici quelques minéraux qui donnent facilement le spectre du sélénium, en dégageant, pendant l'expérience, l'odeur de raifort caractéristique de l'oxydation de ce corps, et avec formation, sur les pinces, d'un dépôt rouge brun. Si l'on supprime le condensateur en se bornant à l'étincelle de la bobine, le spectre du sélénium disparaît et ceux des métaux sont réduits à quelques raies caractéristiques.

» *Berzéline*. Cu^2Se. — Malgré le grand éclat des raies du cuivre, celles du sélénium y sont très vives. On a aussi, bien nettes, les trois raies de l'argent γ(547,0), α(546,4), β(520,9). La plupart des échantillons donnent, avec des intensités variables, les raies du plomb; on a ainsi un spectre semblable, aux intensités près, à celui de la zorgite. On arrive presqu'à l'identité avec la berzéline de Cacheuta. Presque tous les échantillons donnent, en outre, la raie verte (534,9) du thallium, très vive, surtout dans les échantillons de Lehrbach; elle est plutôt renforcée par la suppression du condensateur. On voit aussi les trois raies vertes du magnésium, groupe α(518,3)(517,2)(516,7).

» *Zorgite*. $(PbCu^2)Se$. — Comme je l'avais fait connaître dans une précédente Note, ce minéral est assez bon conducteur et donne les raies du cuivre et du plomb. J'y ai reconnu depuis un très bon spectre du sélénium et les raies de l'argent ci-dessus énoncées.

» *Clausthalite*. $PbSe$, de Cacheuta. — Son spectre, facile à obtenir, et contenant ceux du plomb et du sélénium, renferme aussi les trois raies de l'argent.

» *Eucaïrite*. Cu^2Se, Ag^2Se d'Atacama. — Outre les raies du sélénium et du cuivre, le spectre de l'argent apparaît formé de lignes nombreuses. On a parfois quelques raies du calcium.

» *Guanajuatite* ou *Frenzélite*. Bi^2Se^3. Guanajuato. — Le spectre du bismuth y dépassant en éclat celui du sélénium, quelques raies de celui-ci y sont éclipsées, notamment (527,05) et (514,23); les autres y sont très bien marquées. On a aussi la raie du thallium et parfois celles du cuivre.

» Ces échantillons provenaient des collections de l'École des Mines et du Muséum. Ils avaient été libéralement mis à ma disposition par M. Friedel et par M. Lacroix; je les prie d'en agréer mes plus vifs remercîments. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage du thiophène dans la benzine.* Note de M. G. DENIGÈS.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai fait connaître une combinaison de sulfate basique de mercure et de thiophène, répondant à la formule : $SO^4 \left\langle \begin{matrix} Hg - O - Hg \\ Hg - O - Hg \end{matrix} \right\rangle SO^4, C^4H^4S$.

» Ce corps, dont le poids moléculaire élevé (1108) est sensiblement 13 fois plus grand que le poids du thiophène qu'il renferme (84), se prête fort bien à la détermination quantitative de cette substance.

» Pour cela, on met, dans un flacon de 60^{gr}, 20^{cc} du réactif mercurique dont j'ai antérieurement donné la composition (HgO, 50^{gr}; SO^4H^2, 200^{cc}; eau, 1 litre), et l'on ajoute 2^{cc} de benzine. On bouche, en maintenant le bouchon fixé au flacon par un fil métallique, puis on chauffe au bain-marie bouillant pendant un quart d'heure environ, en agitant fréquemment de façon à émulsionner la benzine dans le réactif. Au bout de ce temps, on laisse refroidir et l'on filtre sur un filtre taré; on lave à l'eau bouillante, on dessèche à 110°-115° jusqu'à poids constant et l'on pèse. L'augmentation de poids du filtre, multipliée par le rapport $\frac{84}{1108} = 0,0758$, donne la quantité de thiophène contenue dans 2^{cc} de benzine.

» Les résultats sont des plus satisfaisants, ainsi que le témoignent les analyses suivantes, pratiquées sur des solutions titrées de thiophène dans du benzène chimiquement pur :

Titre en thiophène du benzène employé.	Poids du précipité fourni par 2^{cc} de benzène.	Quantité de thiophène contenue dans 2^{cc} de benzène	
		trouvée.	calculée.
30 gr par litre.	gr 0,777	gr 0,0588	gr 0,0600
20	0,516	0,0391	0,0400
10	0,259	0,0196	0,0200
5	0,130	0,0098	0,0100
	0,103	0,0078	0,0080

(1) *Comptes rendus*, séance du 18 mars 1895.

Ce procédé, très rigoureux, a l'inconvénient d'exiger qu'on opère à chaud et en vase clos, à cause surtout du peu de solubilité de la benzine dans l'eau à la température ordinaire.

» Pour y remédier, j'ai cherché à rendre la benzine miscible au réactif mercurique et j'ai constaté qu'en mélangeant 10^{cc} de ce réactif avec 30^{cc} d'alcool méthylique (*exempt d'acétone*), on obtenait un liquide qui restait absolument limpide pendant plusieurs heures, pouvait dissoudre jusqu'à 4^{cc} de benzine et était d'une exquise sensibilité pour déceler des traces de thiophène, assez faibles pour échapper à l'examen avec l'isatine.

» C'est ainsi qu'en agitant dans un tube le quart seulement du liquide mercurico-méthylique précédent (soit 10^{cc}) avec 1^{cc} de benzine à thiophène, il se forme au bout de quelques secondes un trouble blanc mat, puis un précipité avec les solutions thiophéniques à $\frac{1}{1000}$; avec les solutions à $\frac{1}{100000}$, on obtient encore un trouble très accusé après quatre à cinq minutes de contact.

» De plus, la précipitation du thiophène, à l'état de combinaison mercurique, est complète *à froid* au bout de peu de temps.

» Fait imprévu, tandis qu'en milieu aqueux le composé thiophéno-mercurique a constamment la composition assignée plus haut, quelles que soient les proportions relatives de mercure et de thiophène, en milieu méthylique, cette composition ne se retrouve *que si le mercure est en excès par rapport au thiophène*.

» Lorsque, au contraire, les proportions sont renversées, comme on doit chercher à le réaliser dans le dosage, il se forme une autre combinaison, très rapprochée par ses propriétés de la première, ayant pour formule : $SO^4 \left\langle\begin{matrix} Hg - O \\ Hg - O \end{matrix}\right\rangle Hg, C^4H^4S$ et renfermant $\frac{84}{812} = 0,1034$ de son poids de thiophène, ou encore $\frac{84}{600} = 0^{gr},14$ de thiophène pour 1^{gr} de mercure.

» Pour pratiquer dans ces nouvelles conditions l'analyse de la benzine, on met, dans un verre à expérience, 30^{cc} d'alcool méthylique, 2^{cc} de benzine à titrer et l'on agite; on ajoute rapidement en agitant 10^{cc} de sulfate mercurique. On filtre au bout d'environ vingt minutes, on lave à l'eau bouillante et l'on achève le dosage, soit en desséchant le filtre et le pesant, puis multipliant par 0,1034 le poids trouvé; soit en dosant le mercure et le multipliant par 0,14, pour avoir la proportion de thiophène.

» Les résultats ainsi trouvés cadrent avec ceux du Tableau précédent :

Titre en thiophène du benzène employé.	Poids du précipité fourni par 2cc de benzène.	Quantité de thiophène contenue dans 2cc de benzène trouvée.	calculée.
30 gr. par litre.	0,576 gr	0,0595 gr	0,0600 gr
20	0,384	0,0397	0,0400
10	0,187	0,0194	0,0200
5	0,096	0,0099	0,0100
4	0,075	0,0077	0,0080

» *Observation.* — Qu'il s'agisse d'une recherche qualitative ou quantitative, le mélange d'alcool méthylique et du réactif mercurique sera toujours fait au moment du besoin, car au bout de cinq à six heures, il commence à louchir spontanément; de plus il ne devra pas être employé à chaud parce que l'ébullition l'altère, alors qu'elle est sans action sur le réactif aqueux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du permanganate de potasse avec diverses matières organiques.* Note de M. **E. Maumené.**

« Le sucre vient de me présenter une action dont l'Académie et les chimistes accueilleront la communication avec intérêt. On sait que le sucre en dissolution aqueuse, mêlé avec une solution, aqueuse aussi, du même poids de permanganate de potasse, ne tarde pas à produire une double décomposition. Le mélange dégage plus ou moins de chaleur suivant la concentration des liquides. Le permanganate est réduit en sesquioxyde (ou mélange de MnO^2 et MnO, ou combinaison des deux), substance brune en hydrate, noire après dessiccation, et qui a paru jusqu'ici tout à fait insoluble dans le liquide qui remplace l'eau sucrée; ce liquide, lorsqu'il dérive de poids égaux de sucre et de permanganate dissous dans cinq à six fois leur poids d'eau, contient deux acides séparables par les diédates (acétates) neutre et basique de plomb. Quand j'ai découvert ces deux acides, j'ai fait connaître un nombre de leurs propriétés suffisant pour bien vérifier leur existence et l'Académie a bien voulu donner place, dans les *Comptes rendus,* à une mention de mon travail (8 et 15 juillet 1872).

» Les difficultés de la préparation des deux acides m'avaient frappé dès mes premières expériences; mais le temps de les approfondir m'a manqué.

Mes récentes expériences viennent de m'en faire connaître une par leurs résultats inattendus.

» Le sesquioxyde de manganèse a toujours été regardé comme insoluble dans l'eau, dans la plupart des acides étendus, et surtout dans les liquides neutres, le sucre, l'alcool et d'autres.

» Pour le sucre c'est une erreur.

» J'ai préparé cinq dissolutions aqueuses : à une, deux, trois, quatre et cinq fois autant d'eau que de sucre, et j'ai versé dans ces dissolutions une même quantité de solution étendue de permanganate ($20^{gr} = 1^{lit}$), 1^{cc} tenant ainsi $0^{gr},020$ de sel. Les solutions étant faites avec 20^{gr} de sucre, c'était un millième de son poids. L'expérience a donné les résultats suivants :

	Sucre.	Eau.
Solution n° 1	20 gr	20 gr
» n° 2	20	40
» n° 3	20	60
» n° 4	20	80
» n° 5	20	100

» Dans toutes, en un temps variable, quinze à vingt minutes (suivant la température), le permanganate est réduit en sesquioxyde; mais :

» Le n° 1 ne laisse voir aucun précipité; l'oxyde reste dissous et colore la liqueur en brun.

» Le n° 2 présente absolument les mêmes apparences.

» Dans le n° 3, une partie, environ la moitié, de l'oxyde reste encore en dissolution, mais l'autre partie est précipitée.

» Dans les n°s 4 et 5, aucune partie de l'oxyde ne reste en dissolution : il se dépose entièrement au fond de la liqueur incolore.

» Voici donc un premier point : le sesquioxyde est soluble dans les eaux fortement sucrées (n°s 1 et 2); partiellement dans une eau plus étendue (n° 3); il ne l'est point dans les eaux très étendues (n°s 4 et 5).

» Si l'on conserve les dissolutions, vers $+ 15°$, pendant plusieurs jours, en 15 à 20, l'oxyde disparaît; les cinq dissolutions deviennent limpides et incolores; j'ai réussi à dissoudre $0^{gr},500$ dans 15^{gr} de sucre et 30^{gr} d'eau.

» Cette fois il ne s'agit pas d'une dissolution simple : l'oxyde a continué de perdre de l'oxygène et il est tout entier converti en protoxyde uni au sucre oxydé, changé par suite en acide.

» La loi des mélanges commande en ce cas (comme dans la Chimie entière), d'abord la production à peu près unique de l'acide hexénique $C^{12}H^{12}O^{14}$. On peut obtenir cet acide (déjà connu) en préparant un poids

connu de sesquioxyde par l'action du permanganate et du sucre à poids égaux, et mêlant ce sesquioxyde bien lavé, *à froid*, avec un poids égal de sucre dans huit à dix fois leur poids d'eau et faisant bouillir. 158 de permanganate laissent 79 de Mn^2O^3, on délaie cet oxyde dans l'eau sucrée à 79^{gr} et l'on fait bouillir jusqu'à dissolution.

» L'eau sucrée concentrée ne dissout pas un poids d'oxyde égal à celui du sucre; mais le chauffage amène la réduction complète et la formation de l'acide $C^{12}H^{12}O^{14}$.

» Cette action a causé les discordances présentées depuis 1872 entre mon étude et celles des chimistes qui ont répété mes expériences. Ces confrères ont eu plus ou moins de peine à vérifier l'existence des deux acides $C^{12}H^{12}O^{16}$ et $C^6H^6O^{10}$ dont j'avais fait la découverte. L'un d'eux est même allé jusqu'à prétendre n'avoir obtenu que de l'acide oxalique C^2HO^4, sans prendre garde à l'emploi d'un excès de permanganate au lieu des poids égaux.

» Lorsqu'on laisse le sesquioxyde en digestion dans le mélange des deux sels de potasse, les deux subissent peu à peu l'action avec Mn^2O^3 et donnent du lactate et du formiate comme l'indique ma loi des mélanges. Il est donc nécessaire, pour vérifier l'action à poids égaux, de filtrer sans retard et d'isoler complètement le sesquioxyde par des lavages.

» L'alcool éprouve l'action de Mn^2O^3 : j'aurai l'honneur d'en présenter les résultats à l'Académie prochainement, je l'espère. Il en est de même d'un grand nombre de matières organiques. Mn^2O^3 doit être mis au rang des oxydants dont la réduction est lente. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le phosphate de chaux du lait.* Note de M. **L. Vaudin**, présentée par M. Duclaux.

« Je me suis proposé de rechercher les conditions dans lesquelles le phosphate de chaux existe dans le lait; c'est le résumé de mes résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» I. J'ai démontré, plus nettement qu'on ne l'avait fait, la présence de l'acide citrique dans le lait en l'isolant du sérum clarifié à l'état de sel plombique, décomposant le précipité obtenu par H^2S, et dissolvant l'acide mis en liberté par un excès d'éther. Les cristaux obtenus ont été identifiés avec l'acide citrique par la détermination élémentaire de la composition, du point de fusion, de l'acidité, de l'action de la solution sur la lumière polarisée et des caractères des sels.

» Les proportions d'acide citrique sont variables avec les espèces; et, fait remarquable, il y a une corrélation constante entre la richesse du lait en acide citrique et sa teneur en éléments phosphatés.

» II. Quand on filtre au tube poreux du lait frais à une température voisine de 0°, de manière qu'il ne subisse pas la fermentation lactique et qu'ensuite on chauffe le produit filtré, il se sépare du phosphate basique de chaux. Cette séparation est accompagnée d'une augmentation de l'acidité de la liqueur surnageante. Après refroidissement, si l'on agite le liquide, le précipité déposé se redissout.

» III. Ces données étant acquises, j'ai préparé, en m'appuyant sur les travaux de M. Duclaux *sur les phosphates du lait* (1), des solutions renfermant les sels minéraux qui existent dans le sérum lacté. Pour arriver à dissoudre le phosphate de chaux, qui fait partie de ces sels, il a fallu ajouter une proportion de citrate supérieure à celle correspondant à l'acide citrique contenu dans le lait.

» Les solutions ainsi obtenues, soumises à l'action de la chaleur, se comportent comme le lait filtré à 0°, sauf qu'il faut atteindre une température plus élevée pour que le phosphate de chaux se précipite. Ces solutions contiennent cinq à six fois plus de citrate alcalin que le lait normal; cette circonstance m'a engagé à rechercher si d'autres éléments du lait ne contribuent pas à rendre soluble le phosphate de chaux.

» On sait que les solutions sucrées dissolvent facilement la chaux, et que la présence des acides organiques fixes, des sucres, peut empêcher ou au moins retarder la précipitation par les alcalis de certains oxydes et de certains sels. La considération de ces faits m'a conduit à rechercher dans l'expérience suivante le rôle de la lactose associée aux citrates alcalins dans la solubilisation du phosphate de chaux.

» IV. On mélange équivalents égaux de phosphate de chaux gélatineux, de citrate de soude et de phosphate disodique, on ajoute au liquide trouble obtenu de la lactose pulvérisée, et l'on évapore au bain-marie jusqu'à consistance de miel; on dessèche ensuite à l'étuve à air chaud.

» Si les proportions des éléments acides et basiques qui entrent dans la préparation sont telles que le mélange traité par l'eau distillée donne un liquide neutre au tournesol, ce liquide, chauffé légèrement, s'éclaircit après quelques instants en donnant une solution opalescente. Pour arriver à ce résultat sans lactose, il aurait fallu cinq ou six fois plus de citrate

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*. Janvier 1893.

alcalin; le rôle du sucre de lait dans la dissolution du phosphate de chaux est donc de ce fait bien caractérisé.

» Les solutions ainsi obtenues, filtrées au tube poreux, soumises à l'action de la chaleur, saturées de sels alcalins (chlorure de sodium, de potassium, sulfate de soude), se comportent d'une façon analogue aux solutions de matières albuminoïdes; enfin, chose très importante, l'analyse des précipités que les diverses influences font naître dans ces solutions montre qu'ils sont formés de phosphate tribasique de chaux avec excès de chaux à l'état de citrate; et cette séparation est accompagnée d'une augmentation d'acidité de la liqueur surnageante. C'est ce que j'ai aussi constaté avec le lait filtré au tube poreux (II).

» V. L'ensemble de ces expériences nous permet de formuler les conclusions suivantes :

» 1° Le lait contient de l'acide citrique à l'état de citrate alcalin qui contribue à maintenir en dissolution le phosphate de chaux qui est contenu dans cette sécrétion.

» 2° Cette dissolution n'a lieu que grâce au rôle important que joue, dans ce phénomène, la lactose en présence des citrates alcalins.

» 3° Toutes les influences qui peuvent modifier ou détruire l'équilibre moléculaire des sels dissous dans le lait, tendent à précipiter du phosphate tricalcique avec excès de chaux à l'état de citrate.

» Ces faits ont une grande importance; ils nous montrent dans quelles conditions le phosphate de chaux existe à l'état physiologique au sein du liquide qui doit fournir au jeune animal les éléments nécessaires à la formation de ses tissus. »

GÉOLOGIE. — *Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le flysch.* Note de MM. **L. Duparc** et **E. Ritter**, présentée par M. Fouqué.

« Le grès de Taveyannaz, cette formation curieuse des Hautes-Alpes calcaires, a déjà fait l'objet de plusieurs travaux isolés. Nous en avons entrepris une monographie géologique et pétrographique complète, qui nous a conduits à certains résultats nouveaux que nous allons brièvement résumer.

» Tout d'abord cette formation a une extension plus grande qu'on ne le croit en général, et que ne l'indiquent les cartes les plus récentes. Ce fait provient de ce que souvent on a considéré exclusivement comme grès de Taveyannaz, les grès mouchetés typiques, laissant ainsi de côté bon

nombre de variétés qui simulent à s'y méprendre les grès du flysch, et qu'une analyse microscopique seule permet de déterminer exactement.

» Le grès de Taveyannaz n'occupe également pas le niveau supérieur du flysch; il s'y trouve intercalé, alterne souvent plusieurs fois avec lui; parfois même il paraît être à la base de la formation, et repose directement sur le calcaire nummulitique. Il comporte également certains facies congloméриques à cailloux assez gros, et nettement roulés.

» L'étude pétrographique du grès de Taveyannaz montre que cette roche peut toujours être considérée comme un conglomérat hétérogène à très petits éléments plutôt qu'un grès. En effet, les variétés constituées exclusivement par des individus minéralogiques sont l'exception, ces derniers sont constamment associés à de très petits galets de roches diverses qui se distribuent, comme suit, en :

» 1° *Roches éruptives basiques modernes à deux temps.* — Elles prédominent généralement et se rattachent à des andésites à hornblende et augite, rarement à des andésites micacées, puis aussi à des labradorites de types variés.

» 2° *Roches éruptives anciennes acides, ou aussi roches cristallines.* — Parmi les premières, on rencontre des petites plages de granit et de granulites, puis plus rarement de pegmatites; parmi les secondes, des débris de micaschistes et plus rarement d'amphibolites.

» 3° *Roches détritiques.* — Elles sont abondantes dans certains échantillons, et comprennent soit un grès quartzeux et chloriteux, soit un grès quartzeux à ciment calcaire.

» Les minéraux qui, à l'état d'individus, se trouvent dans le grès de Taveyannaz ont été empruntés à ces trois catégories de roches exclusivement.

» Ce sont : pour la première, magnétite, augite, hornblende brune, mica noir rare, labrador et andésine; pour la deuxième, oligoclase séricitisé, microcline, orthose à filonnets, muscovite et quartz.

» Ce dernier élément a incontestablement une origine granitique; il ne provient nullement d'un diabase quartzifère qui aurait été la roche éruptive première, ayant donné naissance au grès de Taveyannaz, comme l'a pensé M. C. Schmidt (¹). Aucune roche à deux temps du grès de Taveyannaz n'est quartzifère, et la liaison du quartz isolé avec celui des plages granitiques de la roche est évidente.

(¹) *News Jarbuch für Mineralogie*, t. II; 1888.

» Enfin, la calcite et la chlorite sont abondantes ; elles ont une origine secondaire. Les principaux types d'association réalisés sont : 1° Le *type normal* moucheté, formé par des grains et des plages de roches éruptives, réunis à des individus minéralogiques isolés, liés par une matière chloriteuse interstitielle, ou par de la calcite. Le quartz en plages existe toujours, mais il est rare, ainsi que les fragments granitiques. 2° Le *type compact* verdâtre, ressemblant beaucoup à certains grès du flysch; il renferme les mêmes éléments que le précédent, mais il est toujours riche en débris de roches granitoïdes et partant en quartz. Il passe insensiblement aux quartzites du flysch, lesquels sont formés exclusivement de grains roulés de quartz, avec plus ou moins de feldspaths, le tout réuni par un ciment plus ou moins calcaire.

» Quant à l'origine des matériaux éruptifs modernes qui entrent dans la composition du grès de Taveyannaz, nous pensons que ces derniers ne proviennent pas d'épanchements plus ou moins hypothétiques survenus pendant la période de dépôt du flysch sur la bordure septentrionale des Alpes, comme on l'a dit parfois. En effet, les roches éruptives basiques du grès de Taveyannaz n'ont aucun rapport avec celles qui, aux Gets, aux Fenils, etc., percent le flysch; il paraît, du reste, actuellement démontré que celles-ci sont plus anciennes, et que l'origine de leur intrusion dans le flysch est purement mécanique. A notre avis, la parenté des roches éruptives du grès de Taveyannaz doit être recherchée dans les épanchements volcaniques accompagnés de projections, survenus pendant le dépôt du flysch d'une part, et présentant d'autre part les caractères pétrographiques compatibles avec ceux des roches que nous avons trouvées dans le grès de Taveyannaz.

» En comparant ces roches avec celles décrites par M. Munier-Chalmas [1] dans son travail sur le Vicentin, il nous a paru y avoir entre elles une assez grande analogie. Il ne serait donc point impossible que le grès de Taveyannaz eût été formé au détriment des projections volcaniques de cette région, projections qui auraient été amenées par des courants marins en compagnie d'éléments détritiques de roches acides anciennes. Cela expliquerait assez bien les analogies observées, ainsi que les passages du grès de Taveyannaz au flysch et leurs alternances continuelles. Il est également à remarquer que l'époque du flysch correspond à celle des éruptions

---

[1] Munier-Chalmas, *Étude du tithonique, du crétacé et du tertiaire du Vicentin* (Thèse, Paris; 1891.)

basiques du Vicentin; et que, d'autre part, M. Sarasin [1], dans un récent travail sur le flysch, fait venir d'une région très voisine (Lugano-Predazzo) les cailloux cristallins et granitiques trouvés dans les conglomérats du flysch; or la liaison de ce dernier avec les grès de Taveyannaz est intime, et les faits cités viendraient à l'appui de cette manière de voir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le carbonate de chaux de l'eau des lacs.* Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Dans deux Communications précédentes [2], j'ai montré que la quantité de carbonate de chaux dissoute dans l'eau des lacs variait suivant la profondeur et suivant les saisons; en été, les eaux superficielles en renferment parfois $0^{gr},03$ de moins que les eaux profondes, la teneur de celles-ci étant en moyenne de $0^{gr},12$ à $0^{gr},15$ pour les lacs situés en terrains calcaires; en hiver, au contraire, la composition de l'eau est sensiblement uniforme.

» J'ai cherché à me rendre compte de ces différences en les attribuant à une décalcification par la vie organique.

» Sans nier l'influence de cette décalcification directe qui existe probablement, mais que l'on n'a pas encore pu mesurer, je crois que l'explication du phénomène doit être cherchée principalement dans les lois de M. Schlœsing sur la dissolution du carbonate de chaux en présence de l'acide carbonique [3].

» Ce savant a démontré que, pour une température donnée, la quantité y du carbonate de chaux, dissous dans 1^{lit} d'eau à l'état de bicarbonate, est liée à la tension x de l'acide carbonique dans l'atmosphère par la formule $x^m = Ky$, m et K étant deux constantes. M. Schlœsing a fait voir aussi que, pour une même tension, la quantité de bicarbonate dissous décroît avec la température. Ainsi, la tension de l'acide carbonique étant supposée de 0,00029 d'atmosphère de 760, soit à peu près la tension

(1) Ch. Sarasin, *De l'origine des roches exotiques du flysch* (*Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. XXXI; 1894).

(2) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 712, 20 novembre 1893; et t. CXVIII, p. 612, 12 mars 1894.

(3) *Ibid.*, t. LXXIV, p. 1552, 24 juin 1872; et t. LXXV, p. 70, 8 juillet 1872. — *Encyclopédie chimique*, t. X. — *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*, p. 138 et suiv.

moyenne sur les bords du lac de Genève, on a, d'après la formule de M. Schlœsing, à 45°, $0^{gr},029$ de carbonate de chaux dissous dans 1^{lit} d'eau; à 30°, $0^{gr},0377$; à 16°, $0^{gr},0496$. D'autre part, en faisant passer pendant six jours, dans un jardin au-dessus de Thonon, un courant d'air à travers un flacon rempli de carbonate de chaux et baignant dans une eau dont la température variait de 5°,8 à 6°,8, j'ai trouvé $0^{gr},0598$. Ces chiffres ne s'appliquent, bien entendu, qu'au carbonate de chaux dissous à l'état de bicarbonate; pour avoir le carbonate total, il faut y ajouter la quantité de carbonate neutre dissous, quantité qui varie de $0^{gr},0116$ (à 6°,5) à $0^{gr},0155$ (à 45°).

» Les affluents des lacs calcaires ont presque toujours beaucoup plus de carbonate de chaux que la tension de l'acide carbonique de l'atmosphère ne leur permet d'en dissoudre; j'ai trouvé (toujours en ne tenant compte que du bicarbonate) $0^{gr},08$ pour la Dranse et le Rhône à leur entrée dans le lac de Genève; les affluents des lacs d'Annecy et du Bourget, ainsi que de la plupart des lacs du Jura, ont, d'après les recherches de M. Duparc et les miennes, une moyenne de $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$. Cela s'explique facilement si l'on remarque, avec M. Schlœsing, que ces eaux proviennent en grande partie de terrains où l'atmosphère confinée renferme en moyenne 1 pour 100 d'acide carbonique. Mais ces eaux, une fois parvenues dans les bassins lacustres, se trouvent sursaturées de bicarbonate de chaux par rapport à la tension de l'acide carbonique de l'atmosphère; elles doivent donc abandonner une portion de leur bicarbonate, et cela d'autant plus facilement que la température est plus élevée. C'est précisément ce que montrent mes analyses chimiques.

» Dans la plupart des lacs, le passage des couches chaudes aux couches froides se fait en été, en général, à une profondeur comprise entre 10^{m} et 15^{m}, d'une manière très brusque, avec des variations qui atteignent souvent 3° par mètre. J'ai trouvé (lacs de Nantua, d'Aiguebelette) qu'un changement important dans la teneur en carbonate de chaux se faisait à peu près au même point. Il y a, en quelque sorte, un saut chimique qui correspond au saut thermique.

» La vie organique peut cependant intervenir de la façon suivante, soit pour précipiter, soit pour conserver le bicarbonate de chaux de l'eau des lacs. Comme l'a dit M. Schlœsing, la tension du bicarbonate est équilibrée par la tension de l'acide carbonique extérieur, que celle-ci agisse directement ou par l'intermédiaire de la tension égale de l'acide carbonique libre dissous.

» Par conséquent, toute cause qui, dans l'eau d'un lac, modifiera la quantité de cet acide carbonique libre, tendra aussi à modifier la quantité de bicarbonate dissous. Or, l'on sait que les plantes, sous l'influence de la lumière, absorbent de l'acide carbonique : il y a là une nouvelle cause d'appauvrissement des eaux superficielles. D'autre part, dans les profondeurs, à l'abri de la lumière, la vie organique doit absorber de l'oxygène et dégager de l'acide carbonique qui peut contribuer à maintenir le titre des eaux profondes, tout comme si elles séjournaient dans une atmosphère confinée. J'ai trouvé qu'en août dernier le lac de Nantua avait à la surface $0^{gr},011$ d'oxygène dissous par litre, $0^{gr},0084$ à 20^{m}, et $0^{gr},0025$ au fond, à 40^{m}.

» Pour que l'eau d'un lac, à 16°, puisse conserver $0^{gr},15$ de carbonate de chaux dissous à l'état de bicarbonate, il suffit qu'elle renferme environ $0^{gr},01$ d'acide carbonique libre; l'effet est le même que si elle se trouvait dans une atmosphère où l'acide carbonique aurait une tension de 0,005. Ce raisonnement s'applique encore mieux aux eaux profondes dont la température ne s'élève guère au-dessus de 6°. Même, si la proportion d'acide carbonique libre augmente, ces eaux peuvent dissoudre soit les matières qu'elles tiennent en suspension, soit les vases du fond.

» La solubilité relativement très grande du carbonate neutre de magnésie $MgCO^3$ ($0^{gr},245$ par litre d'après Bischof, $0^{gr},970$ à 12° d'après M. Engel) explique pourquoi, ainsi que je l'ai trouvé, la proportion de ce sel ne varie pas dans les diverses régions d'un lac. Quelle que soit leur température, les eaux des lacs de nos régions qui n'en contiennent, en général, que $0^{gr},01$ et $0^{gr},02$ par litre, sont loin d'en être saturées. Il paraît même probable qu'il existe à l'état de sel neutre, et non point à l'état de bicarbonate, la présence de l'acide carbonique n'étant nullement nécessaire pour le dissoudre en si petite quantité. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les relations des déplacements en latitude des lignes de maxima barométriques avec les mouvements en déclinaison de la Lune.* Note de M. **A. Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« De 1886 à 1889, j'ai présenté diverses études faites au moyen des Cartes du *Signal Office*, sur les relations entre les mouvements atmosphériques et les mouvements de la Lune.

» La discussion des déplacements des points de départ des alizés et

celle des courbes des pressions moyennes sur plusieurs parallèles terrestres m'ont semblé montrer, d'une façon nette et constante, les effets des différentes révolutions de notre satellite. Une comparaison entre les alizés de 1880 et 1883 avait même déjà jeté du jour sur l'influence de la révolution du nœud.

» Mes résultats n'ont rien qui ne soit en accord avec ceux que des savants autorisés, et notamment M. Bouquet de la Grye, ont déduits d'observations faites en des points déterminés du globe. Toutefois, pour les comparer, il ne faut pas oublier que le mode d'action de la révolution tropique diffère de celui des autres révolutions lunaires. Elle influe sur les conditions atmosphériques moyennes de l'hémisphère; les autres portent presque tous leurs effets sur la distribution des pressions entre les méridiens, les déplacements des points de passage des dépressions et les conditions atmosphériques régionales.

» Pour rendre plus frappants les effets des oscillations barométriques correspondant au mouvement de la Lune en déclinaison, je signale aujourd'hui les déplacements en latitude moyenne des lignes de maxima de pression de la zone tempérée; à la situation de ces lignes se rattachent directement les conditions atmosphériques de la zone.

» Parmi les intervalles annuels pour lesquels ont été dressées les Cartes du *Signal Office*, j'ai pris les deux qui se rapprochent le plus des années extrêmes de la révolution du nœud.

» J'ai calculé les latitudes moyennes des lignes de maxima barométriques tracées au sud des dépressions de la zone tempérée.

» Voici, en degrés de la latitude et dixièmes de degré, les chiffres auxquels je suis arrivé pour les jours dont le midi de Paris est le plus rapproché des lunistices austraux et boréaux (LA et LB) :

Du 15 juin 1878 au 19 juin 1879. — Quatorze révolutions tropiques. (Amplitude moyenne de l'oscillation lunaire : 53°,4)

	15 et 29 juin 1878.	11 et 26 juill.	8 et 22 août.	4 et 19 sept.	1er et 16 oct.	29 octob. et 12 nov.	25 nov. et 10 déc.	23 déc. 1878 et 5 janv. 1879.	19 janv. et 2 févr.	15 févr. et 2 mars.	14 et 29 mars.	11 et 25 avril.	2 et 22 mai.	5 et 19 juin.	Moyennes.
LA......	13°,5	13°,1	10°,3	12°,4	12°,6	18°,9	27°,6	22°,6	29°,1	28°,7	23°,2	20°,8	21°,7	18°,7	19°,5
LB......	23,2	21,0	18,2	19,7	27,5	34,0	33,2	34,8	31,8	36,0	28,0	29,6	30,3	22,6	27,9
D.....	9,7	7,9	7,9	7,3	14,9	15,1	5,6	12,2	2,7	7,3	4,8	8,8	8,6	3,9	8,4

Du 20 *juin* 1883 *au* 22 *juin* 1884. — *Quatorze lunaisons.* (*Amplitude moyenne* 38°,4)

	20 juin et 3 juillet 1883.	17 et 30 juillet.	13 et 26 août.	10 et 22 sept.	7 et 20 oct.	3 et 16 nov.	1er et 14 déc.	28 déc. et 10 janv. 1884.	24 janv. et 7 févr.	21 févr. et 5 mars.	19 mars et 1er avril.	15 et 29 avril.	13 et 26 mai.	9 et 22 juin.	Moyennes.
LA.....	15°,9	14°,0	18°,1	20°,2	21°,0	22°,0	21°,9	21°,6	22°,8	21°,0	24°,5	20°,0	19°,4	16°,0	19°,9
LB.....	22,5	21,6	25,7	24,0	28,7	33,0	32,2	29,4	27,0	28,4	26,0	23,4	19,5	20,9	25,9
D.....	6,6	7,6	7,6	3,8	7,7	11,0	10,3	7,8	4,2	7,4	1,5	3,4	0,1	4,9	6,0

» Bien qu'encore considérables, les différences entre ces latitudes en LB et LA sont en moyenne, dans l'année 1883-1884, les $\frac{5}{7}$ de celles de 1878-1879.

» La proportion est en soleil austral de $\frac{4}{5}$, en soleil boréal de $\frac{5}{8}$, à l'équinoxe d'automne de $\frac{1}{2}$, en mars, avril, mai de $\frac{1}{3}$.

» Les conditions atmosphériques moyennes sont puissamment et régulièrement influencées par la Lune à chaque révolution tropique et à chaque révolution du nœud.

» A noter que je ne m'attache ici qu'à la situation de la ligne de maxima passant au-dessous des dépressions les plus basses en latitude de la zone tempérée.

» Je chercherai à étudier la question d'une façon plus complète, quand je disposerai des documents utiles pour des années extrêmes et, en particulier, s'il est possible, 1894-1895. »

M. **L. Mirinny** adresse une Note ayant pour titre : « Étude sur la Synthèse mathématique et sur la Résolution générale des équations ».

M. **Victor Delahaye** adresse une Note « Sur l'argon considéré comme un azoture de carbone ».

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 avril 1895.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mars 1895. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Service hydrographique de la Marine. Tables des marées de Mojanga (côte ouest de Madagascar), calculées d'avril à décembre 1895. Paris, Imprimerie nationale, 1895; br. in-18. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Mercredi 27 mars 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France. Avril 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. Année 1895. Séance du 15 mars 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Année 1894. N° 10, contenant les Comptes rendus des Séances de décembre 1894. Paris, Chamerot et Renouard, 1894; 1 fasc. in-8°.

Commission d'exploration du Plateau central du Brésil. Rapport présenté à S. E. M. le Ministre de l'Industrie, de la Voirie et des Travaux publics, par M. L. Cruls, Chef de la Commission. Rio de Janeiro, H. Lombaerts et Cie, 1894; 1 vol. in-4°, avec Atlas. (Présenté par M. Faye.)

Atti della reale Accademia dei Lincei. Anno CCXCI. Serie quinta. Rendiconti; fasc. 6e, 1er semestre. Roma, 1895.

ERRATA.

(Séance du 25 mars 1895.)

Note de MM. *Baillaud* et *Rossard,* Observations de la planète BU (Charlois), etc. :

Page 670, ligne 23, *remplacer* la déclinaison apparente

— 0° 30′ 44″, 9

par

— 0° 30′ 56″, 0.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Observations sur l'argon : spectre de fluorescence;* par M. **Berthelot**.

« M. W. Ramsay, lors de son récent voyage à Paris, a eu l'obligeance de me remettre un second échantillon d'argon, s'élevant à 90^{cc}, pour en faire l'objet de nouveaux essais. Avant de les exposer, je regarde comme un devoir de le remercier et d'invoquer sa garantie pour la pureté des échantillons d'un gaz que je n'ai pas préparé moi-même.

» Ces nouveaux essais ont porté principalement sur l'étude du spectre de fluorescence, qui s'observe avec l'argon chargé de vapeur de benzine

et soumis à l'action modérée de l'effluve, dans certaines conditions qui paraissent correspondre à un état d'équilibre particulier; car la dose de gaz absorbée n'y dépasse pas quelques centièmes, même au bout d'un temps considérable. Cet équilibre limité est analogue à celui de la combinaison entre l'azote et l'hydrogène, dans des circonstances analogues.

» A ce propos, une observation est nécessaire. En effet, les deux échantillons de gaz, qui m'ont été remis successivement, se sont comportés d'une manière un peu différente, tout en donnant pareillement des signes de combinaison en présence de la benzine. Avec le second, l'absorption a été trouvée limitée entre six et dix centièmes du volume initial; tandis que le premier échantillon a subi des absorptions successives, qui l'ont réduit au cinquième de son volume initial. Cette différence pourrait répondre à des conditions spéciales, que je n'ai pas encore réussi à définir, comme je le fais aujourd'hui pour la production de la fluorescence; mais elle s'expliquerait aussi par l'existence dans le premier échantillon d'une dose considérable d'azote, introduite par quelque accident, lors du remplissage et du scellement du tube qui m'a été ensuite envoyé. Je compte y revenir.

» Quoi qu'il en soit, voici les conditions de la fluorescence provoquée par l'effluve.

» J'opère avec le concours d'une forte bobine de Ruhmkorff, munie d'une bouteille de Leyde et d'un interrupteur Marcel Deprez, actionnée par une pile, ou par des accumulateurs; la longueur des étincelles que l'on peut provoquer entre les fils extérieurs étant de 10^{mm} à 12^{mm}. Dans plusieurs expériences, j'ai trouvé avantage à interrompre l'un de ces fils, de façon à déterminer un flux d'étincelles en avant du tube soumis à l'action de l'effluve; on réussit d'ailleurs, même avec une distance explosive extérieure sensiblement plus forte.

» Exposons d'abord le phénomène d'une manière générale, avant de donner les mesures relatives aux raies observées.

» Dans les conditions précédentes, au bout d'un temps variable entre un quart d'heure et quatre ou cinq heures, la décharge silencieuse devient peu à peu lumineuse, et le tube s'éclaire dans presque toute son étendue : d'abord d'une teinte violacée, avec une pluie de feu rougeâtre; puis la fluorescence prend un éclat de plus en plus vif et tourne graduellement à une nuance verte magnifique, visible en plein jour et à distance, mais plus brillante encore dans l'obscurité. Avec une longueur explosive plus grande, la lueur devient bleue.

» A ce moment, le phénomène se maintient pendant plusieurs heures. Si l'on arrête le courant, la lueur s'éteint aussitôt; en le rétablissant, elle reparaît de suite, si l'arrêt a été de courte durée; au bout de quelques minutes, s'il a été plus long; la lueur reparaissant à partir du point où la tension électrique est la plus grande. Cependant, au bout d'un certain nombre d'heures, surtout si l'on accroît l'intensité des décharges, la teinte verte finit par s'éteindre, en laissant seulement subsister une lueur laiteuse, non analysable au spectroscope. Tous ces phénomènes ont été reproduits à huit ou dix reprises, sur des tubes différents; ils se manifestent dans le gaz au voisinage de la pression atmosphérique : ce qui est très caractéristique.

» En dirigeant un spectroscope ordinaire sur le tube fluorescent, on voit apparaître une série de raies, très nettes et spécifiques, à savoir une raie jaune, une raie verte, la plus brillante de toutes, et deux raies violettes, moins visibles; la dernière surtout, qui ne se voit bien que dans l'obscurité. On entrevoit en outre diverses raies ou bandes dans la région violette, dans la région verte, et surtout dans la région rouge et orangée; mais je n'ai pas réussi à les définir suffisamment pour en parler davantage. Lors de mes essais avec le premier échantillon d'argon, on voyait aussi une belle raie rouge, analogue à celle de l'hydrogène, mais qui ne s'est pas reproduite avec le second échantillon. Les raies spécifiques que je viens de signaler apparaissent, dès que la fluorescence violette est suffisamment prononcée; elles sont très belles, sans être déplacées, avec la fluorescence verte ou bleue; mais elles deviennent invisibles, lorsque celle-ci a disparu.

» J'ai déterminé la position de ces raies à l'aide d'un spectroscope à un seul prisme, avec une dispersion malheureusement faible; les essais tentés avec un spectroscope à grande dispersion ayant fourni trop peu de lumière, dans ces conditions où l'on vise une large surface lumineuse, éclairée par une fluorescence flottante, et où le point du maximum d'éclairage se déplace continuellement, ce qui fatigue l'œil de l'observateur. Les divisions de l'échelle ont été repérées à l'aide des deux raies C et F de l'hydrogène, d'une raie du lithium, de la raie D du sodium, et d'une raie du thallium, projetées simultanément avec les raies que j'étudiais.

» On obtient ainsi plusieurs points bien définis, qui permettent d'établir par une courbe la relation entre la graduation de l'échelle et la longueur d'onde. C'est ainsi qu'avec l'aide de M. Mascart, j'ai évalué les nombres

suivants, qui doivent être regardés seulement comme approximatifs; l'approximation étant comprise entre 0,005 et 0,003, suivant la partie de l'échelle envisagée.

» La raie jaune est très nettement séparée de la raie D, et plus rapprochée de la région verte, avec une valeur approchée de 0,579; au lieu de 0,5896 (D). Cependant, en opérant avec une intensité d'effluve convenable, cette raie est sillonnée de fines lignes noires d'absorption, qui indiquent la possibilité de la dédoubler.

» La raie verte est située vers 0,547. Elle est également sillonnée de lignes noires.

» La plus belle des raies violettes est vers 0,438 et la seconde vers 0,436.

» Aucune de ces raies ne coïncide avec celle de l'hélium (0,5875); ni tout à fait avec la raie principale de l'aurore boréale (0,557); quoique cette dernière raie paraisse attribuable à des manifestations fluorescentes analogues ou identiques, comme il sera dit plus loin.

» Elles répondent au contraire aux raies brillantes du spectre de l'argon raréfié, contenu dans le tube que M. Ramsay a remis à la Société de Physique de Paris. La raie jaune en effet peut être rapprochée du numéro 0,575 observé par M. Crookes et de la raie 0,578 de l'aurore boréale [1]; la raie verte répond au numéro 0,549, ou plutôt au groupe de M. Crookes compris entre 0,555 et 0,549. La raie 0,5557 de M. Crookes peut être d'ailleurs rapprochée de la raie principale de l'aurore boréale. Enfin les deux raies violettes correspondent aux numéros 0,433 et 0,430 de M. Crookes; elles répondent aussi à une raie importante de l'aurore boréale.

» L'apparition de ces raies par fluorescence, dès la pression atmosphérique, semblerait indiquer l'existence d'une combinaison hydrocarbonée de l'argon, de l'ordre de l'acétylène, ou plutôt de l'acide cyanhydrique, de même à l'état de dissociation électrique. On remarquera en outre leurs relations et, plus généralement, les relations que la fluorescence actuelle et les raies de l'argon présentent vis-à-vis de la fluorescence et des raies de l'aurore boréale et de la lumière zodiacale. »

---

(1) Angot, *Les aurores polaires*, p. 71; 1895.

MICROBIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Contribution à l'étude de la variabilité et du transformisme en microbiologie, à propos d'une nouvelle variété de bacille charbonneux* (Bacillus anthracis claviformis); par M. A. **Chauveau**, avec la collaboration de M. C. **Phisalix**.

« J'ai fait connaître (¹), dans deux études sur le transformisme en microbiologie pathogène, plusieurs variétés de *Bacillus anthracis* obtenues dans des conditions expérimentales nettement déterminées. Ces variétés, transformables les unes dans les autres, étaient toutes en possession de leur aptitude vaccinale, mais non de leur virulence qui, dans certaines, avait totalement disparu. Ainsi, ces variétés se différenciaient surtout par leurs propriétés physiologiques. Au point de vue morphologique, elles avaient, comme les vaccins charbonneux de M. Pasteur, conservé, sinon l'intégralité absolue des caractères de l'espèce, au moins tous ceux qui sont regardés comme fondamentaux : il était à peu près impossible de les distinguer les unes des autres par l'examen macroscopique ou microscopique des cultures en bouillon dans lesquelles ces variétés étaient propagées.

» Ce n'est pas qu'elles n'eussent subi aucune atteinte dans leur végétabilité : quand on y regarde de près, on finit souvent par découvrir, dans les cultures de microbes pathogènes atténués, quelque particularité évolutive ou morphologique. Mais il est toujours possible, par une sélection bien entendue des semences et quelques soins particuliers donnés aux cultures, de faire disparaître tout signe de dégénérescence morphologique.

» Il était logique de prévoir la possibilité d'obtenir un résultat inverse, c'est-à-dire la création de formes plus éloignées du type primitif. Mes races ultra-atténuées de *B. anthracis* résultant de l'action de l'oxygène comprimé se sont prêtées à l'obtention de ce résultat inverse. Elles y ont même si bien réussi qu'il est devenu impossible de reconnaître, morphologiquement, le *B. anthracis* dans les cultures de la race nouvelle dont l'histoire va être faite ci-après.

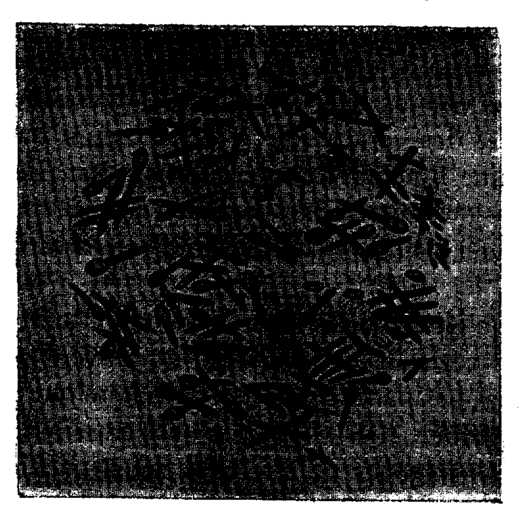
» Le *B. anthracis* d'où provient cette race nouvelle appartient à l'une

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 554 et 597. *Archives de Médecine expérimentale*, t. I, p. 161 et 757.

de mes anciennes races fixées au degré de virulence qui respecte toujours la vie du cochon d'Inde, en tuant la souris adulte. Nous avons rencontré cette race nouvelle, pour la première fois, pendant une série d'études sur la destinée qui attend dans l'organisme les agents des cultures arrivées au susdit degré d'atténuation. On recherchait le bacille, au bout d'un temps plus ou moins long, après l'inoculation, dans les ganglions les plus voisins du point inoculé et dans les viscères, soit au moyen de l'examen direct, soit par la méthode des cultures en bouillon ensemencé avec une ou plusieurs parcelles des organes en question.

» Or, on est arrivé, dans ce dernier cas, à obtenir des cultures dont les caractères diffèrent extraordinairement de ceux des cultures originelles. Les bouillons présentent un trouble léger, nuageux, dans lequel appa-



raissent, au bout de quelques jours, de petits flocons, tandis que le bouillon s'éclaircit. Si l'on en examine une goutte au microscope, on constate que les caractères morphologiques du microbe sont absolument modifiés. Au lieu des longs filaments ordinaires dont le degré de réfringence permet de suivre nettement les ondulations et l'enchevêtrement, on ne trouve plus que des bacilles courts de $\frac{1}{2}$ à 2 μ, atténués dans toutes leurs dimensions, à extrémités coniques, presque invisibles sans coloration. Bientôt ces bacilles se réunissent en petits amas, se renflent à une de leurs extrémités pour former une spore ovulaire dont le diamètre dépasse considérablement celui du bâtonnet. Cette spore, très réfringente, résiste à une température de $+ 70°$; elle diffère des spores charbonneuses ordinaires par

son aptitude à fixer les matières colorantes. Pour rappeler la disposition particulière de cette spore terminale, qui donne l'aspect d'un clou au bacille, nous le désignerons sous le nom de *Bacillus anthracis claviformis*. La figure ci-jointe rend mieux que toute description la physionomie exacte de ce nouveau bacille.

» Il est certain que l'aspect de cette figure ne provoque nullement l'idée du *B. anthracis* et fait songer plutôt au bacille du tétanos; aussi ce n'est pas du premier coup que nous avons admis l'identité de notre nouvel agent avec le *B. anthracis*. Nous avons pensé d'abord qu'au lieu d'une filiation entre celui-ci et celui-là il pouvait y avoir eu substitution de toutes pièces d'un microbe à un autre. Mais une longue et patiente vérification, poursuivie pendant des années (c'est à 1890 que remontent nos premières observations), nous a bien forcés d'admettre que nous nous trouvions en présence d'une véritable transformation du *B. anthracis*. Du reste, la forme en clou ou en battant de cloche n'est pas précisément une nouveauté dans les cultures de ce bacille. J'en ai déjà, avant ou après d'autres, signalé la présence dans certaines cultures, d'ailleurs typiques, de *B. anthracis*. Seulement, il ne s'agissait alors que de quelques individus isolés, apparaissant tout à fait exceptionnellement au milieu de la foule des agents régulièrement conformés; on y attachait d'autant moins d'importance que cette forme atypique ne se reproduisait pas dans les cultures ultérieures.

» Nous avons soumis ce nouvel agent à une étude complète. Pour bien le faire connaître, le mieux est d'exposer, d'une manière résumée, nos premières expériences. Celles qui ont suivi, tout aussi intéressantes au moins, feront l'objet d'autres Communications.

» *Création de la race nouvelle par un premier passage dans un ganglion lymphatique.* — Une culture du 23 avril 1890, réalisant les conditions ci-devant indiquées, est inoculée le 5 juin à quatre cobayes, à la dose de deux gouttes, sous la peau de la cuisse droite. Un des sujets mourut accidentellement (tuberculose) le 8 juin; les trois autres survécurent. Le 1er juillet, les ganglions de l'aine, enlevés à deux de ces cobayes, servent à faire des cultures en bouillon. Au bout de quelques jours, le liquide des ballons présente un trouble léger, dû à des bacilles grêles, presque invisibles, sans coloration. Plus tard apparaissent de belles spores ovalaires, le plus souvent à l'extrémité des bâtonnets. Le troisième cobaye fut opéré le 26 juillet, et ses ganglions ensemencés donnèrent des cultures identiques aux précédentes.

» *Deuxième passage à travers un ganglion lymphatique.* — Les premières cultures furent inoculées à de nouveaux cobayes à dose massive (2cc). Il n'en résulta

qu'une élévation de température assez marquée, mais fugitive. Les cultures du nouveau microbe n'avaient donc pas plus de toxicité que les cultures originelles. L'excision des ganglions, pratiquée comme dans le première série d'expériences, permit de faire des cultures de seconde génération qui donnèrent encore exclusivement les mêmes bacilles en clou.

» *Fixité des caractères morphologiques du* B. anthracis claviformis. — Ces secondes cultures, de même que les premières, furent propagées pendant un grand nombre de générations. Les nouveaux caractères morphologiques y restèrent fixes : loin de s'altérer, dans le cours des transmissions d'un bouillon à un autre, ces caractères spéciaux devinrent peut-être plus nets. C'est d'après une préparation faite avec une de ces cultures indéfiniment propagées que la figure a été exécutée.

» *Propriétés physiologiques de la race nouvelle.* — A. Dans les cultures où la fixité du nouveau bacille ne fait pas doute, la *virulence* est totalement absente. Non seulement le bacille en clou respecte la vie du cochon d'Inde, mais il ne tue pas la souris jeune : il est tout aussi inoffensif que le bacille A de mes cultures originelles. Toutefois, ces cultures ne sont pas dépourvues d'un certain degré de *toxicité*, car les doses massives déterminent souvent de l'élévation de la température.

» B. Si donc le bacille en clou se montrait privé de l'*aptitude vaccinale* ou *immunisante*, il ne serait plus rattaché par aucun lien, autre que l'origine, au *Bacillus anthracis :* il n'en aurait plus, en effet, ni les caractères morphologiques, ni les propriétés physiologiques. Aussi importait-il beaucoup de se renseigner avec la plus grande exactitude sur la question de savoir si notre nouvelle race peut ou non servir à immuniser les animaux contre le charbon.

» Nous avons fait, à ce sujet, quelques expériences sur le cobaye et le lapin : les résultats ont été négatifs; mais il n'y a pas à en tenir grand compte, parce que lesdites espèces ne se prêtent pas aussi bien que d'autres à une immunisation facile et sûre.

» Pour écarter toute incertitude, nous nous sommes adressés au mouton, espèce qui s'immunise facilement et sur laquelle il est toujours possible de constater avec une sûreté rare les effets de l'immunisation.

» Douze animaux ont été consacrés à l'expérience. On les a divisés en trois lots :

» *Premier lot, composé de trois sujets.* — C'est le lot témoin : deux des sujets servaient en même temps à une autre expérience dont il n'y a pas à parler dans le cas actuel.

» *Deuxième lot, composé de quatre sujets.* — Ils sont inoculés avec des cultures ganglionnaires de deuxième passage, toutes riches en bacilles grêles, à sporulation

simple et terminale. On répéta trois fois les inoculations préventives. Les quantités de culture employée figurent au Tableau ci-après.

» *Troisième lot, composé de quatre sujets.* — On les inocule avec les cultures de onzième génération du bacille obtenu après un seul passage dans la substance ganglionnaire. Le Tableau ci-dessous indique également les quantités employées pour les inoculations préventives, qui, dans ce cas encore, furent au nombre de trois.

Résultats de l'expérience.

Destination des lots.	Numéros des sujets.	Quantités de culture employées dans les inoculations préventives pratiquées aux dates ci-dessous. 26 avril.	4 mai.	14 mai.	Résultats de l'inoculation d'épreuve pratiquée le 22 mai à 10h du matin avec un virus fort exceptionnellement actif.	Durée de la survie.
		cc	cc	cc		
1er *lot :* Témoins.	n° 1......	»	»	»	Mort le 23 mai, à 9h30m du soir	35h ½
	n° 2......	»	»	»	Mort le 23 mai, à 7h du soir	33h
	n° 2(*bis*).	»	»	»	Mort le 23 mai, à 7h du soir	33h
2e *lot :* Culture ganglionnaire de 2e passage.	n° 3......	10	10	10	Trouvé mort le 24 mai, au matin	40h environ
	n° 4......	10	10	10	Mort le 25 mai, à 9h30m du matin	71h ½
	n° 5......	3	10	3	»	*Survie totale*
	n° 6......	5	5	5	Trouvé mort le 24 mai, au matin	40h environ
3e *lot :* Culture ganglionnaire de 1er passage.	n° 7......	10	10	10	Trouvé mort le 31 mai, au matin	Près de 9 jours
	n° 8......	10	10	10	»	*Survie totale*
	n° 9......	2,5	10	3	Mort le 26 mai, à 6h30m du soir	4 jours 7h ½
	n° 10......	2,5	10	3	Trouvé mort le 29 mai, au matin	Près de 7 jours

» Les détails de l'expérience ont été recueillis d'une manière complète, entre autres les oscillations de la température des sujets, à partir de la première inoculation immunisante. Mais ces détails n'ajouteraient rien à la signification des résultats généraux donnés par le Tableau.

» Cette signification n'est pas douteuse. La nouvelle race n'a plus le pouvoir immunisant si développé que possède le bacille originel; mais elle n'est pourtant pas entièrement privée d'aptitude vaccinale. Cette aptitude existe encore à un certain degré dans les deux séries de cultures, puisque dans chaque cas, après l'inoculation d'épreuve, il y a eu survie totale d'un sujet et que les animaux qui ont succombé ont été emportés moins rapidement que les témoins. Il convient d'ajouter que la conservation de cette aptitude vaccinale est moins accentuée dans les cultures de second passage

par le tissu ganglionnaire que dans les cultures de premier passage. En effet, la survie temporaire des sujets inoculés avec celles-ci a été beaucoup plus prolongée que celle des sujets inoculés avec celles-là.

» Donc, il faut conclure que notre nouveau bacille en clou, malgré la transformation si remarquable de ses caractères morphologiques, n'est pas sorti du domaine spécifique du *B. anthracis*. Peut-être même, si l'inoculation d'épreuve avait été pratiquée avec un virus fort moins exceptionnellement actif, aurait-on vu s'accentuer davantage les faits de survie définitive ou temporaire qui imposent le maintien, au moins provisoire, de ce bacille claviforme dans l'espèce *B. anthracis*. C'est ce qui serait presque sûrement arrivé avec les sujets du troisième lot. Quant à ceux du deuxième, ils étaient certainement beaucoup plus près que les autres d'une transformation radicale.

» *Tentatives de restitution des propriétés physiologiques disparues ou affaiblies dans le* B. anthracis claviformis. — Dans mes Notes antérieures, j'ai indiqué des procédés à l'aide desquels il est possible de rendre leur virulence aux races de bacilles devenus, sous l'influence de l'oxygène comprimé, absolument inoffensifs, mais doués encore à un très haut degré de la propriété immunisante. Ces procédés ont été appliqués, sans résultat, au bacille claviforme : jusqu'à présent, nous n'avons réussi ni à rendre à ce bacille la virulence dont il a été entièrement privé, ni à accroître la faible aptitude vaccinale qui lui reste. C'est au moins ce qui a été constaté avec les cultures en provenance d'un bacille originel suffisamment atténué, et qui étaient choisies parmi celles dont les caractères s'étaient montrés parfaitement fixes dans une longue suite de générations.

» Nous n'avons ni le droit ni le désir de présenter cet échec comme une démonstration ferme de la fixation absolue du nouveau bacille dans ses propriétés actuelles, négatives ou quasi négatives, ou même dans sa forme si caractéristique. Il est prudent de compter avec la rencontre éventuelle de conditions qui rendront possible la restauration des caractères primitifs du *B. anthracis*.

» *Conclusion*. — La diminution des aptitudes vaccinales est certainement une des modifications les plus importantes qu'on puisse imprimer au *B. anthracis*. Ce caractère, si marqué dans notre *B. anthracis claviformis*, met plus de distance entre la nouvelle race et les vaccins charbonneux dont elle descend qu'il n'en existe entre ceux-ci et le bacille le plus virulent : voilà un premier fait de haute signification. Si maintenant on con-

sidère, d'une part, que ce nouvel affaiblissement des propriétés physiologiques de l'espèce coïncide avec une variation particulière de la forme et des caractères évolutifs, d'autre part, qu'il a été impossible actuellement de revenir à la forme, l'aptitude immunisante et la virulence primitives, on se sent autorisé à voir dans la nouvelle race autre chose qu'une simple manifestation d'un polymorphisme banal; on est amené à penser qu'on est peut-être sur le chemin d'une véritable transformation spécifique fixe.

» Quoi qu'il en soit, les faits que nous apportons font franchir une étape nouvelle à la question de la variabilité du *B. anthracis*. Ce ne sera probablement pas la dernière. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les températures minima observées cet hiver au sommet du mont Blanc.* Note de M. **J. Janssen.**

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de quelques observations que j'avais préparées l'automne dernier, en vue d'obtenir les températures minima qui devaient se produire pendant l'hiver au sommet du mont Blanc et sur quelques sommets environnants.

» Les thermomètres employés, de construction très soignée, sont de la fabrication de M. Tonnelot. Pour mettre ces instruments en observation, j'ai fait construire à Chamonix de petites armoires, dont la porte ainsi que les parois du haut et du bas sont à jour et garnies de toile métallique. Ces thermomètres sont placés horizontalement dans l'armoire, sur des tasseaux qui les isolent du fond. L'armoire est, en outre, munie de joues en bois léger, qui préservent les thermomètres du rayonnement du Soleil levant ou couchant en été, quand le Soleil est dans l'hémisphère nord. La disposition nouvelle que présentent ces abris thermométriques consiste dans l'adjonction d'un appendice placé au-dessus de l'armoire, communiquant avec elle et formant cheminée d'appel chaque fois que celle-ci est frappée par les rayons solaires.

» Cette cheminée, quand elle est assez haute, a une très heureuse influence sur l'exactitude des observations. On constate en effet qu'elle détermine presque toujours des mouvements gazeux dans l'armoire, mouvements qui sont très propres à mettre les thermomètres en équilibre de température avec l'atmosphère ambiante. Sans doute, cette disposition n'est

pas aussi efficace que le mouvement de fronde imprimé au thermomètre à l'aide d'un cordon, mais elle s'en rapproche beaucoup.

» Je crois que cet appendice pourra être très utilement ajouté aux abris thermométriques quand ceux-ci doivent être appliqués à une paroi, comme c'est le cas au mont Blanc, où l'abri à air libre ne pourrait être employé à cause des tourmentes de neige.

» Avant de quitter Chamonix, j'avais fait placer un de ces appareils dans la vallée de Chamonix, au sommet du Brévent, au sommet du Buet, et j'avais préparé celui qui était destiné au sommet du mont Blanc.

» Quant à ce dernier sommet, les dispositions furent plus complètes. Elles visèrent non seulement les températures minima et maxima de l'air extérieur, pendant l'hiver 1894-1895, mais encore celles de l'intérieur de l'observatoire et celles de la neige à diverses profondeurs.

» Pour obtenir ces dernières températures, voici le moyen qui a été employé :

» Dans une planche épaisse, de $2^m,50$ de longueur environ, on a pratiqué de petites chambres munies de tasseaux pour recevoir, dans la position horizontale, des thermomètres à minima et à maxima; ces chambres sont fermées, en arrière et en avant, par des plaques de tôle vissées.

» La distribution de ces chambres dans la hauteur de la planche n'est pas arbitraire : elle doit être combinée de manière à donner les éléments de la courbe qui représente la pénétration du froid à travers la neige, et la dernière chambre doit se trouver placée assez profondément pour donner la limite de cette pénétration, c'est-à-dire atteindre la couche de température constante annuelle.

» Je n'ai pas encore reçu tous les résultats, et notamment ceux qui concernent la pénétration du froid dans la calotte neigeuse du sommet du mont Blanc. Voici ceux qui me sont parvenus : au mont Brévent, le minimum de l'hiver, relevé par MM. Payot et Bossonney, a été de $-26°$; au mont Buet, M. Charlet, qui avait bien voulu se charger de l'installation d'un abri du genre de celui que je viens de décrire, a trouvé $-33°$.

» Enfin MM. Payot et Bossonney viennent de me télégraphier qu'ils ont réussi l'ascension du mont Blanc et que le minima relevé a été trouvé de $-43°$.

» M. Gauthier, directeur de l'observatoire de Genève, qui avait bien voulu, à ma demande, s'informer des températures minima observées dans le Jura suisse, m'avait écrit que le froid y avait été rigoureux : en certains

points, on avait observé des températures atteignant trente et quelques degrés sous zéro.

» Pendant cette période de grands froids que nous venons de traverser, il est intéressant de voir que ces basses températures s'étendaient jusqu'aux plus hauts sommets. Il eût été désirable de connaître les époques où ces minima se sont successivement produits. Ce sont des résultats dont nous disposerons l'année prochaine, si le météorographe peut être installé cet été au sommet du mont Blanc.

» Je présente en même temps à l'Académie la photographie d'un équatorial de 12^p monté en sidérostat polaire, destiné également à l'observatoire du mont Blanc. L'optique de cet instrument nous a été offerte par MM. Henry frères; le mécanisme est de M. Gautier. Je donnerai ultérieurement la description de ce bel instrument. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation séculaire et éphémérides du magnétisme terrestre*. Note de M. le général **Alexis de Tillo.**

« Dans le but d'étudier la variation séculaire de la direction de l'aiguille aimantée, j'ai coordonné systématiquement les meilleures Cartes magnétiques, savoir : 21 Cartes isogoniques (1540, 1580, 1600, 1610, 1640, 1665, 1680, 1700, 1710, 1720, 1730, 1744, 1756, 1770, 1787, 1800, 1829, 1842, 1858, 1880, 1885) et 7 Cartes isocliniques (1600, 1700, 1780, 1829, 1842, 1880, 1885).

» Toutes ces Cartes ont été remplacées par des Tables contenant les valeurs de la déclinaison et de l'inclinaison pour 504 points, aux longitudes et aux latitudes de 10° à 10° à partir du méridien initial et de l'équateur. Au moyen de ces Tables, j'ai tracé des courbes de la variation séculaire de la déclinaison et de l'inclinaison, en les rectifiant d'après l'ensemble du système respectif. Par des interpolations et des extrapolations approximatives, j'ai déterminé les éléments pour les époques : 1550, 1600, 1650, 1700, 1750, 1800, 1850 et 1900. Mes résultats ont été consignés dans des Tableaux qui embrassent la surface du globe entre les latitudes 80° nord et 60° sud, naturellement avec des lacunes, surtout pour les premières époques. Afin de donner une idée de ces éphémérides, j'en communique ici deux extraits, premièrement pour l'Europe et en second lieu pour l'océan Atlantique au sud du golfe de Guinée. (Les déclinaisons occidentales et les inclinaisons boréales sont positives.)

Éphémérides magnétiques pour l'Europe.

Longitudes de Gr. est...		0°.		10°.		20°.		30°.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
60° nord...	1550	— 8°,0		—10°,0		—11°,5		— 8°,0	
	1600	— 6,5	+78°,0	— 6,0	+78°,0	— 4,5	+78°,0	— 1,5	+78°,5
	1650	+ 1,0	+77,3	+ 1,0	+76,9	+ 2,0	+76,5	+ 4,5	+76,6
	1700	+ 9,5	+76,6	+ 8,0	+75,7	+ 7,0	+75,0	+ 8,0	+74,4
	1750	+17,5	+75,6	+14,5	+74,6	+11,5	+73,6	+ 8,5	+72,7
	1800	+25,5	+74,4	+20,0	+73,2	+14,0	+72,1	+ 7,5	+71,1
	1850	+25,0	+72,6	+18,0	+71,8	+12,0	+71,0	+ 5,0	+70,6
	1900	+18,0	+72,0	+12,0	+71,1	+ 5,0	+70,5	— 0,5	+70,6
50° nord...	1500	— 9,5		—12,5		—10,0		— 7,0	
	1600	— 8,0		— 7,0		— 4,0		— 0,5	
	1650	— 1,5		± 0,0		+ 1,5		+ 4,5	
	1700	+ 7,0	+75,0	+ 7,5	—72,2	+ 8,0	+70,0	+ 8,5	+65,5
	1750	+16,0	+73,0	+15,0	+71,2	+12,5	+68,9	+10,0	+66,3
	1800	+24,5	+69,9	+19,5	+68,7	+15,0	+66,4	+ 9,5	+65,4
	1850	+22,0	+67,1	+17,0	+65,5	+12,0	+64,3	+ 6,5	+63,5
	1900	+16,0	+66,3	+11,5	+65,0	+ 6,0	+64,1	+ 1,5	+63,7
40° nord...	1550	— 6,0		— 7,0		— 6,0		— 4,0	
	1600	— 7,5		— 6,0		— 2,5		+ 1,0	
	1650	— 2,0		± 0,0		+ 2,0		+ 5,5	
	1700	+ 5,5	+68,0	+ 6,5	+65,0	+ 7,5	+62,5	+ 9,0	+57,5
	1750	+15,0	+67,0	+14,5	+64,0	+13,5	+61,1	+11,5	+57,5
	1800	+22,0	+64,0	+19,0	+61,9	+15,5	+58,5	+12,0	+55,9
	1850	+20,0	+53,4	+16,0	+57,3	+12,0	+55,8	+ 7,5	+53,8
	1900	+14,0	+57,5	+10,5	+56,0	+ 7,0	+54,6	+ 3,0	+53,9

Éphémérides magnétiques pour l'océan Atlantique au sud du golfe de Guinée.

Longitudes de Gr.		10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
Équateur.....	1550	— 9°,0		— 6°,5		— 3°,5	
	1600	— 5,0		— 2,5		— 0,5	
	1650	— 1,5		+ 0,5		+ 3,0	
	1700	+ 2,5	+27°,0	+ 5,0	+23°,0	+ 7,5	+19°,0
	1750	+ 9,5	+24,9	+13,0	+19,5	+16,0	+12,8
	1800	+16,0	+20,7	+20,0	+13,5	+21,0	+ 4,4
	1850	+20,5	+ 7,3	+21,0	— 0,3	+20,5	— 8,3
	1900	+20,5	— 0,2	+17,0	—10,7	+13,5	—19,0

Longitudes de Gr.		10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	Époques.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
10° sud......	1550	−12°,5		− 8°,5		− 5°,5	
	1600	− 7,5		− 5,0		− 2,0	
	1650	− 2,5		− 0,5		+ 2,0	
	1700	+ 2,0	+ 8°,0	+ 4,5	+ 5°,0	+ 7,5	± 0°,0
	1750	+ 8,5	+ 7,7	+12,5	+ 1,1	+16,0	− 4,2
	1800	+15,0	+ 1,3	+20,0	− 6,5	+22,5	−11,5
	1850	+21,5	− 7,4	+23,5	−17,9	+24,0	−29,9
	1900	+23,5	−16,5	+20,0	−26,4	+18,0	−33,7
20° sud......	1550	−15,0		−11,0		− 7,0	
	1600	−10,0		− 6,5		− 3,0	
	1650	− 5,0		− 1,5		+ 2,0	
	1700	± 0,0	− 9,0	+ 4,0	−12,0	+ 7,5	−20,0
	1750	+ 7,0	−10,9	+12,0	−13,7	+16,0	−21,1
	1800	+13,5	−14,8	+18,5	−20,6	+23,0	−26,6
	1850	+21,5	−22,6	+25,0	−31,5	+26,5	−38,9
	1900	+26,5	−29,6	+24,5	−37,8	+22,5	−44,9

» A l'aide de ces éphémérides, j'ai combiné les déclinaisons avec les inclinaisons pour dresser des courbes de la marche séculaire de la direction de l'aiguille aimantée, aux 504 points choisis. L'ensemble du phénomène séculaire est représenté par des courbes irrégulières, qui forment des 8 ou, en traits généraux, des lemniscates à boucles de différentes grandeurs. Le sens de la marche dépend de la partie de la courbe. Les périodes sont encore difficiles à déterminer.

» Toutes les courbes peuvent être réunies en un système avec des irrégularités locales. L'essentiel consiste en ce que la variation séculaire de la direction de l'aiguille aimantée présente quelques traits qui sont aussi propres à la variation diurne et annuelle.

» Cette investigation n'est qu'une tentative; toutefois, au moyen du système général des courbes construites d'après la méthode indiquée, on parvient à évaluer, quoique grossièrement, pour certaines régions, la position de l'aiguille aimantée pour l'époque 1950. Voici les éléments approximatifs pour l'Europe et l'océan Atlantique au sud du golfe de Guinée.

Éléments approximatifs du magnétisme terrestre pour l'époque 1950.

Europe.

Longitudes est de Gr.	0°.		10°.		20°.		30°.	
Latitudes nord.	D.	I.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
60°.........	+8°	+71°	+4°	+70°	−3°	+71°	−7°	+71°
50.........	+8	+65	+5	+65	−1	+64	−4	+64
40.........	+8	+55	+4	+56	+1	+54	−2	+56

Océan Atlantique au sud du golfe de Guinée.

Longitudes de Gr.	10° ouest.		0°.		10° est.	
Latitudes.	D.	I.	D.	I.	D.	I.
Équateur	+20°	— 9°	+ 9°	—18°	+ 3°	—25°
10° sud	+23	—25	+11	—32	+10	—37
20° »	+29	—36	+18	—42	+15	—49

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'azote assimilable et sur ses transformations dans la terre arable.* Note de M. **Pagnoul.**

« Ces expériences ont été entreprises dans le but de rechercher directement l'azote assimilable dans le sol, les transformations qu'il subit et les pertes qu'il éprouve par entraînement dans le sous-sol.

» Elles ont été faites dans des cases carrées, limitées par des lames de zinc, contenant chacune 60^{kg} de terres mêlées d'engrais divers et reposant toutes sur le même sous-sol. Ces cases étaient les unes ouvertes à l'air libre, les autres abritées contre les eaux de pluie. Toutes ont été maintenues sans culture pendant la durée des expériences faites en 1894.

» Des échantillons d'une soixantaine de grammes étaient prélevés à l'aide d'une sonde dans toute la profondeur de $0^m,30$ des cases, et 40^{gr} étaient soumis à un lavage dans une quantité constante d'eau distillée. On déterminait, dans la dissolution, l'azote sous ses trois états nitrique, nitreux et ammoniacal, en ayant recours le plus souvent aux méthodes colorimétriques, qui seules permettaient de n'opérer que sur de petites quantités de terre, et, par suite, de multiplier les essais. Les résultats obtenus ont d'ailleurs été contrôlés à plusieurs reprises à l'aide des méthodes ordinaires. Voici quelques-uns de ces résultats.

» Trois cases, dont les unes avaient reçu des légumineuses enfouies et, le 10 janvier, 300^{gr} de tourteaux, ont été maintenues, la première ouverte à l'air libre, les deux autres abritées. Jusqu'au 28 mai les pluies avaient été peu abondantes, les proportions d'azote nitrique s'accroissent dans les trois cases et y sont, à cette date, de 30^{mgr}, 83^{mgr} et 33^{mgr} pour 100^{gr} de terre. Mais du 28 mai au 26 juin, après de fortes pluies dont le total s'élève à 98^{mm}, la proportion d'azote nitrique de la parcelle découverte descend à 1,2 et reste jusqu'en octobre à peine supérieure à ce chiffre. Dans les deux cases abritées, au contraire, elle continue à s'accroître et atteint même, dans l'une, 156^{mgr} pour 100^{gr} de terre le 11 septembre.

» Jusqu'à la fin d'avril, les proportions d'azote ammoniacal et d'azote nitreux sont notables dans les trois cases et atteignent jusqu'à 10^{mgr} et 11^{mgr} pour 100 de terre. A partir de mai, elles deviennent très faibles, aussi bien

dans les cases abritées que dans la case ouverte. Il semble donc que l'azote organique se soit d'abord transformé en azote ammoniacal, puis en azote nitrique, en passant, comme l'a déjà admis M. Müntz, par la forme nitreuse, qui serait un état transitoire et instable de l'azote pour passer de la première forme à la dernière.

» La richesse de la terre mise en expérience était, à la fin de l'hiver 1892, en azote total de 140^{mgr}. Le 11 septembre 1894, un échantillon de 100^{gr}, prélevé dans l'une des cases abritées, a été soumis à un lavage complet qui lui a enlevé 156^{mgr} d'azote nitrique, et cette terre ainsi épuisée contenait encore 144^{mgr} d'azote organique. Donc, déduction faite de l'azote introduit à l'état de tourteaux, elle s'était enrichie de 135^{mgr} dans le cours des deux années. La case découverte n'avait pu bénéficier de cet accroissement de richesse qui avait été entraîné à l'état de nitrate.

» Deux cases ont reçu à plusieurs reprises de fortes doses, l'une d'azote ammoniacal, l'autre d'azote nitrique. Dans la première on retrouve, après quelques jours, l'azote ammoniacal, puis l'azote nitreux et l'azote nitrique dont la presque totalité disparaît ensuite sous l'influence des pluies. Dans la seconde, l'azote nitrique, que l'on retrouve d'abord, disparaît aussi rapidement, mais cette case ne fournit plus que des traces à peine appréciables d'azote nitreux.

» Une case qui n'avait reçu aucun engrais ne donne que des quantités d'azote nitrique inférieures à 5 dans la première période, des quantités presque nulles à partir du 6 juin ; l'azote ammoniacal et l'azote nitreux sont représentés par des chiffres inférieurs à 1.

» La case voisine avait reçu une forte dose de sang desséché ; elle donne d'abord des quantités d'azote nitrique qui s'élèvent à plus de 40^{mgr} ; le 13 août le chiffre trouvé n'est plus que 1,4. La case est alors abritée et, le 1er septembre, on retrouve déjà plus de 4.

» Dans le but de rechercher l'influence de la végétation comme obstacle à ces déperditions d'azote, six pots en grès imperméable, disposés sous forme d'entonnoirs cylindriques pour recevoir l'eau qui s'en écoulait, ont reçu chacun 6^{kg} à 7^{kg} d'une même terre.

» Celle des vases pairs a été laissée nue, celle des vases impairs a été semée en gazon dont plusieurs coupes ont été faites. En octobre, le gazon était devenu chétif, mais les racines devaient avoir acquis un grand développement. Ces terres ont été lavées jusqu'à ce que l'on ait obtenu un demi-litre au-dessous des vases à terre nue et un demi-litre au-dessous des terres gazonnées. L'azote nitrique entraîné a été :

	mgr
Dans l'eau de lavage des 3 pots à terre nue......	190,00
Dans celle des terres gazonnées................	0,15

» L'azote abandonné par les terres nues était donc entièrement retenu par les terres gazonnées, soit que la plante ait pu emmagasiner dans ses

racines l'azote assimilable à mesure qu'il se formait, soit que la présence seule du gazon qui recouvrait le sol ait pu arrêter la fermentation nitrique. On comprend donc l'enrichissement si rapide en azote des terres gazonnées; elles fixent l'azote qu'elles reçoivent soit des engrais, soit directement de l'atmosphère et le soustraient ainsi à l'action des eaux pluviales comme le ferait une terre abritée.

» M. Aimé Girard ayant signalé ce fait intéressant, qu'une dose massive de sulfure de carbone, suffisante pour tuer les plantes, donnait lieu pour la récolte suivante à un accroissement considérable de rendement, plusieurs expériences ont été entreprises pour rechercher quelle pouvait être l'influence du sulfure de carbone sur les transformations de l'azote organique en azote assimilable. Nous ne citerons que l'une d'elles, les autres ayant donné des résultats semblables.

» Trois pots ont reçu, le 16 août, 2^{kg} de terre, additionnés, dans chacun des deux derniers, de 40^{gr} de tourteaux et, dans le second seulement, de 10^{cc} de sulfure de carbone. Dans le premier, qui n'a pas reçu d'engrais, l'azote nitrique présente peu de variations et ne dépasse pas 3^{mgr} pour 100. Dans le troisième, il dépasse déjà 8, le 3 septembre et atteint près de 26 à la fin du mois. Dans la terre sulfurée, l'azote nitrique reste presque nul jusqu'au 29 septembre, mais la nitrification reprend alors son activité et, le 16 octobre, la proportion d'azote nitrique se trouve élevée à près de 17.

» Le sulfure de carbone n'avait donc pas tué le ferment nitrique, il n'avait fait que paralyser et ralentir son action.

» Les résultats de cette expérience conduisent encore à une autre observation. Dans la terre sulfurée, la nitrification ne commence à se manifester que le 29 septembre et ne devient très active que le 19 octobre, mais l'azote nitrique se trouve remplacé jusque-là par de l'azote ammoniacal dont la progression croissante atteint, le 16, le chiffre exceptionnel de 27^{mgr}, pour décroître ensuite lorsque la nitrification se réveille.

» Cette série d'expériences, faites dans le cours de l'année dernière, nous paraît donc conduire aux conclusions suivantes :

» 1° Les pluies, lorsqu'elles sont abondantes, peuvent donner lieu, sur les terres riches, à un entraînement considérable d'azote nitrique;

» 2° Les plantes qui recouvrent le sol peuvent empêcher cette déperdition, comme l'a déjà établi M. Dehérain;

» 3° Le sulfure de carbone, sans tuer le ferment nitrique, arrête momentanément son action;

» 4° La forme ammoniacale paraît être un état transitoire que prend l'azote organique pour passer à la forme nitrique et le sulfure de carbone

ne fait que l'arrêter momentanément dans cette période de sa transformation;

» 5° La forme nitreuse serait aussi un état transitoire et instable de l'azote passant de la forme organique à la forme nitrique. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les produits de combustion de l'arc électrique.* Note de M. N. GRÉHANT.

« Il y a longtemps que je me suis proposé de rechercher quels sont les gaz qui se dégagent des charbons maintenus incandescents par l'arc électrique; j'ai réussi à réaliser des expériences dont j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui les résultats à l'Académie.

» Le dispositif qui m'a servi est très simple : autour d'une lampe électrique, dont les charbons donnent une lumière très vive et constante, j'ai fait disposer une caisse de bois de petites dimensions, ayant 43^{cm} de longueur, 29^{cm} de largeur, 60^{cm} de hauteur, et une capacité de 75 litres; deux ajutages métalliques ont été fixés sur deux parois opposées, l'un à 2^{cm}, l'autre à 32^{cm} du fond de la boîte, qui était fermée à peu près complètement par un couvercle traversé par le corps cylindrique de la lampe électrique.

» J'ai fait trois expériences, qui ont consisté à faire respirer par un chien, pendant une demi-heure seulement, les gaz résultant de la combustion des charbons mélangés avec l'air extérieur aspiré par les mouvements respiratoires à travers des soupapes hydrauliques; l'inspiration avait lieu dans la caisse, l'expiration au dehors.

» *Expérience I.* — 42^{cc} de sang artériel normal, pris dans l'artère carotide, ont donné au grisoumètre une réduction égale à 1,3 division (gaz combustible du sang); l'arc électrique ayant été établi d'abord pendant une demi-heure et l'animal ayant respiré ensuite pendant une autre demi-heure dans la caisse, 42^{cc} de sang de la carotide ont donné au grisoumètre une réduction de 13,7 divisions; en retranchant 1,3, il reste 12,4 qui ne peuvent provenir que de l'oxyde de carbone dégagé par la combustion. En appliquant la loi d'absorption que j'ai fait connaître, on trouve $\frac{1}{1400}$ pour la proportion de ce gaz renfermé dans l'air que l'animal a respiré.

» *Expérience II.* — L'arc électrique a été établi en même temps qu'un autre animal a respiré les produits de la combustion; alors l'oxyde de carbone n'avait pas pu s'accumuler dans la caisse et la proportion de ce gaz trouvée par l'analyse physiologique et grisoumétrique a été $\frac{1}{3000}$.

» L'acide carbonique a été dosé par l'eau de baryte, à l'aide d'un tube en T placé entre le foyer électrique et la soupape d'inspiration; j'ai trouvé $\frac{1}{57}$ d'acide carbonique, proportion 53 fois plus forte que celle de l'oxyde de carbone.

» *Expérience III.* — J'ai employé un autre animal de la même espèce et j'ai trouvé que le mélange d'air entraîné par la respiration avec les gaz résultant de la combustion des charbons renfermait $\frac{1}{2500}$ d'oxyde de carbone et $\frac{1}{62}$ d'acide carbonique, ou 40 fois plus de ce dernier gaz.

» Il est donc certain que les charbons de l'arc électrique dégagent de l'oxyde de carbone en petite quantité : si l'éclairage a lieu dans des salles qui sont de faibles dimensions, comme certaines salles contenant des machines productrices d'électricité, le dégagement du gaz toxique dans l'air confiné peut contribuer à produire, chez les ouvriers, les maladies souvent très graves qui ont été constatées. On doit donc conseiller l'établissement d'une ventilation énergique, qui entraînerait au dehors tous les produits de la combustion. »

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une question concernant les points singuliers des courbes gauches algébriques.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. C. Jordan.

« On sait que deux surfaces algébriques d'ordre n et n' se coupent suivant une courbe gauche, C, d'ordre nn', dont le rang est, en général, $nn'(n+n'-2)$. En supposant que les deux surfaces possèdent, en un même point O de l'espace, des *singularités quelconques* $[\sigma]$ et $[\sigma']$, quel est l'abaissement que le point O produit dans le rang $nn'(n+n'-2)$ de la courbe C?

» Pour résoudre cette question, nous introduirons certains lieux géométriques, relatifs à deux surfaces algébriques, F et F', d'ordres n et $n'(\leqq n)$, et dont la notion nous sera utile plus tard pour traiter d'autres problèmes.

» Soient P un point fixé arbitrairement dans l'espace; K un cône *quelconque,* d'ordre $n-n'$, ayant son sommet en P. Le lieu des points de contact des droites menées par le point P tangentiellement aux surfaces du faisceau (F, F'.K) (déterminé par les deux surfaces d'ordre n : F et F'.K) est une surface d'ordre $2n-1$, qui se décompose en le cône K et en une surface résiduelle, φ_P, d'ordre $2n-1-(n-n')=n+n'-1$.

» La surface φ_P, relative aux deux surfaces données F et F' et correspondante au point P, est indépendante du cône auxiliaire K et elle jouit

de différentes propriétés : 1° la surface φ_P passe simplement par la courbe C, intersection complète de F et de F′, ainsi que par les deux courbes de contact des cônes de sommet P circonscrits aux surfaces F et F′; 2° le cône de sommet P, circonscrit à la surface φ_P, se décompose en le cône de sommet P passant par la courbe C et en un cône résiduel, d'ordre $(n+n'-1)(n+n'-2)-nn'$, qui est irréductible, en général, pour $n \neq n'$; 3° pour $n'=n$, la surface φ_P (d'ordre $2n-1$), relative au faisceau d'ordre n (F, F′) et correspondante au point P, passe par P, et elle a en ce point le même plan tangent que la surface du faisceau, qui est déterminée par P; 4° pour $n'=0$, la surface φ_P (d'ordre $n-1$) coïncide avec la *première polaire* du point P par rapport à la surface F; etc.

» Soient E une droite fixée arbitrairement dans l'espace; P et Q deux points arbitraires de la droite E; Π un groupe *quelconque* de $n-n'$ plans menés par cette droite. Les surfaces φ_P et φ_Q, relatives au faisceau (F, F′.Π) et correspondantes aux points P et Q, se coupent, en dehors de la courbe C, suivant une courbe résiduelle A_E, d'ordre $(n+n'-1)^2-nn'$, qui est le lieu des points de contact des plans menés par E tangentiellement aux surfaces du faisceau (F, F′.Π).

» La courbe gauche A_E, relative aux deux surfaces données F et F′, et correspondante à la droite E, est indépendante des $n-n'$ plans Π, et elle jouit, entre autres, des propriétés suivantes : 1° La courbe A_E passe simplement par les points de contact des plans tangents menés par E aux surfaces F et F′; 2° elle rencontre la courbe C en des points (variables avec E), qui sont les points de contact des plans tangents menés par E à cette courbe C; 3° pour $n'=n$, la courbe A_E [d'ordre $(n-1)(3n-1)$], relative au faisceau d'ordre n : (F, F′) et correspondante à la droite E, rencontre la droite E en $2(n-1)$ points; 4° pour $n'=0$, la courbe A_E [d'ordre $(n-1)^2$] coïncide avec la *polaire* de la droite E par rapport à la surface F, savoir : le lieu des points dont les plans polaires passent par E; etc.

» Cela posé, supposons que les surfaces F et F′ possèdent, en un seul et même point O de l'espace, des singularités quelconques [σ] et [σ']. Pour déterminer l'abaissement, γ, que le point O produit dans le rang de la courbe C, désignons par c (par c') l'abaissement produit par la singularité [σ] (par la singularité [σ']) dans la classe de la surface F (de la surface F′); et par i (par i') le nombre des intersections confondues en O d'une courbe gauche A_E (générique) avec la surface F (avec la surface F′).

» Puisque les intersections de A_E avec F (avec F′), en dehors de O, sont, ou des points de contact de plans menés par E et tangents à F (à F′),

ou bien des points de contact de plans menés par E et tangents à la courbe C, il s'ensuit que, d'après les hypothèses, l'expression du rang de la courbe C conduit à l'une ou l'autre des relations suivantes :

$$nn'(n+n'-2)-\gamma=n[(n+n'-1)^2-nn']-i-[n(n-1)^2-c],$$
$$nn'(n+n'-2)-\gamma=n'[(n+n'-1)^2-nn']-i'-[n'(n'-1)^2-c'];$$

desquelles on déduit

$$\gamma=i-c=i'-c'.$$

» On peut donc énoncer la proposition suivante :

» THÉORÈME I. — *Si deux surfaces algébriques* F *et* F′ *possèdent, en un même point* O *de l'espace, des singularités* QUELCONQUES [σ] *et* [σ′], *l'abaissement produit par le point* O *dans le rang de la courbe gauche, intersection complète des deux surfaces, est égal au nombre des intersections confondues en* O *de la surface* F (*de la surface* F′) *avec une courbe gauche* A_E (*générique*), *diminué de l'abaissement que la singularité* [σ] (*que la singularité* [σ′]) *produit dans la classe de la surface* F (*de la surface* F′).

» *Exemple.* — Les singularités [σ] et [σ′] sont des points multiples ordinaires, respectivement d'ordres r et r' ($\leq r$), tels que les deux cônes tangents en O (généraux) soient tout à fait indépendants entre eux. Dans ce cas, on trouve facilement que la courbe générique A_E passe par le point O avec $r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1$ branches, dont aucune, en général, n'est tangente en O à la surface F ou à la surface F′. D'autre part, le point O diminue de $r(r-1)^2$ unités la classe de F, et de $r'(r'-1)^2$ unités la classe de F′. On a donc

$$i=r[r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1], \qquad c=r(r-1)^2,$$
$$i'=r'[r'(3r-4)+(r-r')(r-r'-2)+1], \qquad c'=r'(r'-1)^2,$$

et conséquemment $\gamma=i-c=i'-c'=rr'(r+r'-2)$. En particulier, pour $n'=1$, $r'=1$, on retrouve l'abaissement $r(r-1)$ produit par un point (r)-ple ordinaire dans la classe d'une courbe plane.

» D'une manière tout à fait analogue, on parvient aussi à l'énoncé suivant :

» THÉORÈME II. — *Si deux surfaces algébriques* F *et* F′ *possèdent, en un même point* O *de l'espace, des singularités* QUELCONQUES [σ] *et* [σ′], *l'abaissement produit par le point* O *dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener à la courbe gauche, intersection complète de* F *et* F′, *par une droite issue de* O, *est égal au nombre des intersections confondues en* O *de la surface* F

(de la surface F′) *avec une courbe gauche* A_E *correspondante à une droite* E *passant par* O, *diminué de l'abaissement produit par le point* O *dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener à la surface* F *(à la surface* F′) *par une droite issue de* O. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sommation des séries à l'aide des intégrales définies*. Note de M. **Petrovitch**, présentée par M. Hermite.

« *Première formule.* — Soit $f(x)$ une fonction développable en série de Fourier

$$f(x) = \sum_0^\infty (a_m \sin mx + b_m \cos mx)$$

pour $0 < x < 2\pi$, et posons

$$\varphi(x, r) = \sum_0^\infty (a_m \sin mx + b_m \cos mx) r^m,$$

où la partie réelle de r est comprise entre -1 et $+1$.

» Envisageons la transcendante

$$C(x, a) = -\sum_{n=1}^{n=\infty} [\cot a(n+x) + i]$$

définie par M. Appell ([1]), holomorphe pour toute valeur de x à l'exception de celles qui rendent infinie une des cotangentes et jouant le rôle de l'élément simple pour les fonctions méromorphes doublement périodiques. Posons

$$\Phi(z, \beta) = C[(-z+\beta), \tfrac{1}{2}] - C[(-z-\beta), \tfrac{1}{2}],$$

où β est une quantité imaginaire avec le coefficient de $\sqrt{-1}$ positif, et envisageons l'intégrale définie

$$(1) \qquad J = \int_0^{2\pi} f(z)\, \Phi(z, \beta)\, dz.$$

» *Je dis que l'on aura*

$$(2) \qquad J = 4\pi i \sum_{n=1}^{n=\infty} \varphi(n, e^{\beta i}).$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 953-956; 1878.

» En effet, on a

$$\Phi(z, \beta) = \sum_1^\infty \cot \tfrac{1}{2}(n - z - \beta) - \sum_1^\infty \cot \tfrac{1}{2}(n - z + \beta)$$
$$= \sum_1^\infty \frac{2i(1 - e^{2\beta i})}{1 - 2e^{\beta i}\cos(n - z) + e^{2\beta i}}$$

et, par conséquent,

$$J = 2i \sum_{n=1}^{n=\infty} \psi(n),$$

où

$$(3) \qquad \psi(n) = \int_0^{2\pi} \frac{(1 - e^{2\beta i}) f(z)\, dz}{1 - 2e^{\beta i}\cos(n - z) + e^{2\beta i}}.$$

Or le coefficient de i dans β étant positif, la partie réelle de $e^{\beta i}$ est plus petite que l'unité; l'intégrale $\psi(n)$ est donc une intégrale de Poisson ayant pour valeur

$$\psi(n) = 2\pi\,\varphi(n, e^{\beta i}),$$

d'où la formule (2).

» Cette formule subsiste encore pour $\beta = 0$, d'après ce qu'on sait sur l'intégrale de Poisson (Picard, *Analyse*, t. I), de sorte que l'on aura

$$\sum_{n=1}^{n=\infty} f(n) = \lim \frac{1}{4\pi i} \int_0^{2\pi} f(z)\, \Phi(z, \beta)\, dz, \qquad \text{pour } \beta = 0.$$

» Ainsi, par exemple, la limite de l'intégrale définie

$$J = \int_0^{2\pi} R(\sin xz, \cos xz)\, \Phi(z, \beta)\, dz,$$

pour $\beta = 0$, où R est rationnel en $\sin xz$ et $\cos xz$ (lorsque cette limite existe, ce que l'on saura reconnaître), s'exprime linéairement par des fonctions telles que

$$C(a_i, x), \qquad \frac{d}{da_i} C(a_i, x), \qquad \frac{d^2}{da_i^2} C(a_i, x), \qquad \ldots,$$

et des fonctions telles que

$$\frac{e^{2k_i x\sqrt{-1}}}{1 - e^{2k_i x\sqrt{-1}}},$$

où les a_i sont certaines constantes et les k_i des entiers; on s'en assure par la décomposition de R en éléments simples, d'après la méthode de M. Hermite.

» En se rappelant que

$$D \log \theta_1(ax) = C(-x, a) - C(x-1, a) - \sqrt{-1}$$

(les valeurs ω et ω' qui correspondent à $D \log \theta_1$ sont $\omega = \pi$ et $\omega' = a$), on trouve facilement les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doit satisfaire R, pour que cette limite soit une fonction méromorphe et doublement périodique de x. Inversement, toute fonction méromorphe doublement périodique peut être représentée par une intégrale définie de la forme précédente.

» *Deuxième formule.* — Soit $F(x)$ une fonction satisfaisant aux conditions de Dirichlet et pouvant être écrite sous la forme

$$F = F_1 - F_2,$$

où F_1 et F_2 sont deux fonctions ayant une même limite commune, finie et déterminée, lorsque x croît indéfiniment par des valeurs réelles croissantes jusqu'à $+\infty$ et décroissantes jusqu'à $-\infty$.

» On sait alors qu'en posant

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(z) e^{qiz}\, dz = \theta(q),$$

on aura

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \theta(q) e^{qix}\, dq = F(x).$$

» Ceci étant, envisageons les séries (supposées convergentes)

$$J_1 = \sum_{n=0}^{n=\infty} F(n) e^{\lambda n}, \qquad J_2 = \sum_{n=1}^{n=\infty} F(n) e^{\lambda n},$$

λ dépendant de n et ayant sa partie réelle négative. En posant

$$\theta(q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} F(z)\, e^{qiz} dz,$$

on aura

$$J_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\theta(q)}{1 - e^{\lambda + qi}}\, dq,$$

$$J_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\theta(q) e^{\lambda + qi}\, dq}{1 - e^{\lambda + qi}},$$

formules qui permettent assez souvent d'exprimer des transcendantes nouvelles sous forme d'intégrale définie portant sur des fonctions simples. »

ALGÈBRE. — *Sur les types de groupes de substitutions dont l'ordre égale le degré*. Note de M. **R. Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« On sait l'importance qu'il y a à trouver tous les types de groupes Ω dont l'ordre égale le degré. M. Netto (*Substitution en théorie*, § 89, 90, 123) a indiqué les types d'ordres p, p^2, pq, p et q étant des nombres premiers différents $(p > q)$.

» J'ai cherché tous les types correspondant aux ordres p^3, p^2q, pq^2, pqr; p, q et r étant trois nombres premiers différents, tels qu'on ait $p > q > r$. Voici les résultats en omettant de mentionner les groupes cycliques.

» Soit d'abord $R = p^3$ (p premier impair).

» Un type G_2 sera engendré par les substitutions $S = \prod_{h}{}_1^p (x_{h1}\, x_{h2} \ldots x_{hp^2})$ et $T = \prod_{k}{}_1^{p^2} (x_{1,k}\, x_{2,k} \ldots x_{p,k})$; il contient $p^2(p-1)$ substitutions d'ordre p^2, $p^2 - 1$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type, G_3, sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h}{}_1^{p^2} (x_{h1}\, x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_{h}{}_1^{p} \prod_{k}{}_1^{p} (x_{1+(h-1)p,k}\, x_{2+(h-1)p,k} \ldots x_{hp,k}),$$
$$U = \prod_{h}{}_1^{p} \prod_{k}{}_1^{p} (x_{h,k}\, x_{h+p,k} \ldots x_{h+(p-1)p,k}).$$

» Il contient $p^3 - 1$ substitutions d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = p^2 q$; un type G_2 sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h}{}_1^{q} (x_{h1}\, x_{h2} \ldots x_{h.p^2}) \text{ et } T = \prod_{k}{}_1^{p^2} (x_{1,k}\, x_{2,1+(k-1)a}\, x_{3,1+(k-1)a^2} \ldots x_{q,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

où a est une racine de la congruence $a^q \equiv 1 \pmod{p^2}$, ce qui exige que q divise $(p-1)$.

» Si a n'est pas congru à $1 \pmod{p}$, G_2 contient $p^2(q-1)$ substitutions d'ordre q, $p(p-1)$ d'ordre p^2, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod{p}$, G_2 contient $p(p-1)q-1)$ substitutions d'ordre pq, $p(q-1)$ d'ordre q, $p(p-1)$ d'ordre p^2, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h}^{pq}{}_{1}(x_{h1}x_{h2}\ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_{h}^{q}{}_{1}\prod_{k}^{p}{}_{1}(x_{1+(h-1)p,k}\,x_{2+(h-1)p,k}\ldots x_{hp,k}),$$

$$U = \prod_{h}^{p}{}_{1}\prod_{k}^{p}{}_{1}(x_{hk}x_{h+p,k}\ldots x_{h+(q-1)p,k}).$$

» Il contient $(p^2-1)(q-1)$ substitutions d'ordre pq, p^2-1 substitutions d'ordre p, $(q-1)$ substitutions d'ordre q, et la substitution identique.

» Un autre type G_4 n'existe que si q est un diviseur de $(p-1)$; il est engendré par les deux substitutions S et T du groupe précédent G_3, auxquelles il faut adjoindre la substitution

$$V = \prod_{h}^{p}{}_{1}\prod_{k}^{p}{}_{1}(x_{hk}x_{h+p,1+(k-1)a}x_{h+2p,1+(k-1)a^2}\ldots x_{h+(q-1)p,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

avec $a^q \equiv 1 \pmod{p}$.

» Ce groupe G_4 contient $p(p-1)(q-1)$ substitutions d'ordre pq, $p(q-1)$ d'ordre q, (p^2-1) d'ordre p, et la substitution identique.

» Un dernier type G_5 n'existe que si q est un diviseur de $(p-1)$; il sera engendré par les substitutions S et T du groupe G_3, auxquelles il faut adjoindre la substitution

$$W = \prod_{h}^{p}{}_{1}\prod_{k}^{p}{}_{1}(x_{hk}\,x_{1+(h-1)b+p,1+(k-1)a}\,x_{1+(h-1)b^2+2p,1+(k-1)a^2}\ldots x_{1+(h-1)b^{q-1}+(q-1)p,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

avec $a^q \equiv 1 \pmod{p}$; $b^q \equiv 1 \pmod{p}$. Les expressions $1+(h-1)b^\alpha$ sont prises suivant le module p.

» Ce groupe G_4 contient $p^2(q-1)$ substitutions d'ordre q, (p^2-1) d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = pq^2 (p > q)$; un type G_2, qui n'existe que si q est un diviseur de $p-1$, est engendré par les deux substitutions

$$S = \prod_{h}^{q^2}{}_{1}(x_{h1}x_{h2}\ldots x_{hp}), \qquad U = \prod_{k}^{p}{}_{1}(x_{1,k}x_{2,1+(k-1)a}x_{3,1+(k-1)a^2}\ldots x_{q^2,1+(k-1)a^{q^2-1}}),$$

avec $a^{q^2} \equiv 1 \pmod{p}$.

» Si l'on a $a^q \equiv 1 \pmod{q}$, en même temps que $a^{q^2} \equiv 1 \pmod{p}$, le groupe G_2 contient $pq(q-1)$ substitutions d'ordre q^2, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Mais si a^q n'est pas congru à $1 \pmod{p}$, on aura $pq(q-1)$ substitutions d'ordre q^2, $p(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 sera engendré par les trois substitutions

$$S = \prod_{h}{}_1^{pq} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_{h}{}_1^{q} \prod_{k}{}_1^{p} (x_{1+(h-1)q,k}\, x_{2+(h-1)q,k} \ldots x_{hq,k}),$$

$$U = \prod_{h}{}_1^{q} \prod_{k}{}_1^{q} (x_{h,k}\, x_{h+q,k} \ldots x_{h+(p-1)q,k}).$$

» Il contient $(q^2-1)(p-1)$ substitutions d'ordre pq, (q^2-1) d'ordre q, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Soit $R = pqr\ (p > q > r)$; un type G_2, qui n'existe que si r divise $(p-1)$ et $(q-1)$, sera engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h}{}_1^{r} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,pq}), \qquad T = \prod_{k}{}_1^{pq} (x_{1,k}\, x_{2,1+(k-1)a} \ldots x_{r,1+(k-1)a^{r-1}}),$$

où l'on a $a^r \equiv 1 \pmod{pq}$.

» Si $(a-1)$ n'est divisible ni par p, ni par q, notre groupe G_2 contiendra $pq(r-1)$ substitutions d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod{p}$, G_2 contient $(p-1)q(r-1)$ substitutions d'ordre pr, $q(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Si l'on a $a \equiv 1 \pmod{q}$, G_2 contient $(q-1)p(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)(q-1)$ d'ordre pq, $(p-1)$ d'ordre p, $(q-1)$ d'ordre q, et la substitution identique.

» Un autre type G_3 exige que q soit un diviseur de $p-1$. Il est engendré par les trois substitutions

$$S = \prod_{h}{}_1^{qr} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{hp}), \qquad T = \prod_{h}{}_1^{r} \prod_{k}{}_1^{p} (x_{1+(h-1)q,k}\, x_{2+(h-1)q,1+(k-1)a} \ldots x_{hq,1+(k-1)a^{q-1}}),$$

$$U = \prod_{k}{}_1^{p} \prod_{h}{}_1^{q} (x_{hk}\, x_{h+q,k} \ldots x_{h+(r-1)q,k}).$$

» Il contient $p(q-1)(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(q-1)$ d'ordre q, $(p-1)(r-1)$ d'ordre pr, $(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique.

» Un quatrième type G_4 exige que q et r soient simultanément des divi-

seurs de $(p-1)$. Il est engendré par les substitutions $S=\prod_{h}{}_1^{qr}(x_{h1}x_{h2}\ldots x_{hp})$ et $T=\prod_{k}{}_1^{p}(x_{1,k}x_{2,1+(k-1)a}x_{3,1+(k-1)a^2}\ldots x_{qr,1+(k-1)a^{qr-1}})$ avec $a^{qr}\equiv 1\,(\mathrm{mod}\,p)$, a^q non congru à 1 (mod p), a^r non congru à 1 (mod p).

» Il contient $p(q-1)(r-1)$ substitutions d'ordre qr, $p(q-1)$ d'ordre q, $p(r-1)$ d'ordre r, $(p-1)$ d'ordre p, et la substitution identique. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du système des équations différentielles.* Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Prenons le cas général où le système donné

(1) $$dx_{m+s}=X_{s,1}\,dx_1+X_{s,2}\,dx_2+\ldots+X_{s,m}\,dx_m \qquad (s=1,2,\ldots,n-m),\qquad (n\geqq 5,\ m\geqq 3)$$

ne renferme plus que deux variables indépendantes, c'est-à-dire équivaut au système

(2) $$dx_{s+2}=A_{s,1}\,dx_1+A_{s,2}\,dx_2 \qquad (s=1,2,\ldots,n-2),$$

dans lequel les coefficients satisfont aux conditions d'intégrabilité

(3) $$\frac{\partial A_{r,1}}{\partial x_2}-\frac{\partial A_{r,2}}{\partial x_1}+\sum_{t=1}^{t=n-2}\left(A_{t,2}\frac{\partial A_{r,1}}{\partial x_{t+2}}-A_{t,1}\frac{\partial A_{r,2}}{\partial x_{t+2}}\right)=0 \qquad (r=1,2,\ldots,n-2).$$

Entre les coefficients des systèmes (1) et (2), il est facile de trouver les liaisons suivantes :

$$X_{r,1}+X_{r,3}A_{1,1}+X_{r,4}A_{2,1}+\ldots+X_{r,m}A_{m-2,1}=A_{r+m-2,1},$$
$$X_{r,2}+X_{r,3}A_{1,2}+X_{r,4}A_{2,2}+\ldots+X_{r,m}A_{m-2,2}=A_{r+m-2,2}$$
$$(r=1,2,\ldots,n-m).$$

Si nous mettons les valeurs mentionnées ci-dessus $A_{r+m-2,1}$, $A_{r+m-2,2}$ dans les équations (3), nous obtiendrons, après les avoir simplifiées,

(4) $$\left\{\begin{aligned}&(X_{s,1})_2-(X_{s,2})_1+\sum_{k=1}^{k=m-2}A_{k,2}[(X_{s,1})_{k+2}-(X_{s,k+2})_1]\\&\quad-\sum_{k=1}^{k=m-2}A_{k,1}[(X_{s,2})_{k+2}-(X_{s,k+2})_2]\\&\quad+\sum_{i,k}(A_{i,2}A_{k,1}-A_{i,1}A_{k,2})[(X_{s,k+2})_{i+2}-(X_{s,i+2})_{k+2}]=0\\&\qquad(s=1,2,\ldots,n-m),\end{aligned}\right.$$

où la dernière somme $\sum_{i,k}$ se rapporte à toutes les combinaisons deux à deux des indices 1, 2, ..., $m-2$; ainsi le symbole $(\ )_j$ désigne

$$(\ )_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-m} X_{r,j} \frac{\partial}{\partial x_{r+n-m}}.$$

Il est évident que dans le système des équations (4) les coefficients correspondants doivent être proportionnels entre eux,

$$\frac{(X_{i,1})_2 - (X_{i,2})_1}{(X_{p,1})_2 - (X_{p,2})_1} = \frac{(X_{i,1})_3 - (X_{i,3})_1}{(X_{p,1})_3 - (X_{p,3})_1} = \ldots = \frac{(X_{i,k})_l - (X_{i,l})_k}{(X_{p,k})_l - (X_{p,l})_k} = \ldots$$
$$= \frac{(X_{i,m-1})_m - (X_{i,m})_{m-1}}{(X_{p,m-1})_m - (X_{p,m})_{m-1}} \qquad (i, p = 1, 2, \ldots, n-m).$$

» Telles sont les conditions d'intégrabilité pour le système (1), dans le cas où entre les variables x_i il y a deux variables indépendantes et toutes les autres sont variables dépendantes. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la règle de Rondelet sur les bois, et les pièces chargées debout.* Note de M. **C. Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Pour une pièce pressée par ses abouts, Rondelet a donné la règle empirique suivante : le rapport de la longueur à la moindre dimension transversale étant l'un des nombres

12, 24, 36, 48, 60, 72,

la limite extrême de la charge qu'une pièce de chêne ou de sapin peut supporter sans fléchir latéralement est respectivement, en kilogrammes par centimètre carré,

350, 210, 140, 70, 35, $17\frac{1}{2}$,

en réduisant ces nombres en septième de leur valeur pour la limite pratique, ce qui donne les nombres

50, 30, 20, 10, 5, $2\frac{1}{2}$;

quant au nombre 420 (60) qui correspond au rapport 1, c'est un nombre qui ne peut pas figurer dans ce Tableau, parce que l'écrasement se fait jusqu'au rapport 5 sans flexion latérale.

» En désignant par N la charge totale en kilogrammes et par s l'aire de la section transversale en centimètres carrés, M. L.-A. Barré [1] a réduit

[1] L.-A. Barré, *Éléments de charpenterie métallique*; 1870.

cette règle en la formule suivante

$$(1)\qquad \frac{N}{s} = \frac{420}{0{,}93 + 0{,}00185\left(\frac{a}{c}\right)^2},$$

où a est la longueur de la pièce, et c le plus petit côté de la section transversale.

» La formule demi-empirique de Rankine (Planat) pour les bois [1] est aussi

$$(2)\qquad \frac{N}{s} = \frac{70}{1 + 0{,}0096\left(\frac{a}{c}\right)^2}.$$

» Nous verrons, par le Tableau suivant, que la formule (2) donne des résultats très différents de ceux de la règle de Rondelet.

» Quant à la formule (1), elle donne des nombres assez satisfaisants pour les valeurs de $\frac{a}{c}$ comprises entre 12 et 40, mais il en est autrement pour les valeurs entre 40 et 72.

» A cause de cela, nous avons cherché une formule donnant des nombres concordants à ceux de la règle de Rondelet et nous avons trouvé la formule très simple

$$(3)\qquad \frac{N}{s} = -55200\left(\frac{c}{a}\right)^2 + 10150\,\frac{c}{a} - 113{,}4.$$

» En comparant les résultats de ces trois formules, nous avons formé le Tableau suivant :

$\frac{a}{c}$.	$\frac{N}{7s}$. Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.	$\frac{a}{c}$.	$\frac{N}{7s}$. Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.
12 ...	50	59	50	50	44 ...	13,3	7,1	12,7	»
14 ...	46	48	47	»	46 ...	12,4	6,6	11,6	»
16 ...	42,7	40	43,6	»	48 ...	11,5	6	10,6	10
18 ...	39,2	34	40	»	50 ...	10,8	5,6	9,7	»
20 ...	36	27	36,6	»	52 ...	10,1	5,2	8,8	»
22 ...	32,8	25	33,4	»	54 ...	9,5	4,8	8	»
24 ...	30	21,4	30,5	30	56 ...	8,9	4,6	7,1	»
26 ...	27,5	19	27,9	»	58 ...	8,4	4,2	6,5	»
28 ...	25,2	16,4	25,5	»	60 ...	7,9	3,9	5,7	5

(1) *Aide-Mémoire*, édit. française de la Soc. de l'ingénieur La Hütte; par Ph. Huguenin.

$\frac{a}{c}$.	$\frac{N}{7s}$.			
	Form. (1).	Form. (2).	Form. (3).	Règle Rondelet.
30...	23,1	14,5	23,4	»
32...	21,2	13	21,4	»
34...	19,5	11,6	19,6	»
36...	18	10,4	18	20
38...	16,6	9,4	16,5	»
40...	15,4	8,5	15,1	»
42...	14,3	7,8	13,8	»
62...	7,4	3,7	5,1	»
64...	7	3,4	4,3	»
66...	6,7	3,2	4	»
68...	6,3	3,1	3,4	»
70...	6	2,9	2,7	»
72...	5,7	2,7	2,4	2,5

» De ce Tableau résulte que notre formule (3) concorde parfaitement avec la règle de Rondelet.

» Si l'on mène deux axes de coordonnées rectangulaires, et si l'on prend l'axe des abscisses pour axe des rapports $\frac{c}{a}$, et l'axe des ordonnées pour axe des limites $\frac{N}{s}$, l'équation (3) représente une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des ordonnées et se dirige en sens contraire. Pour le sommet de cette parabole, on aura $\frac{c}{a} = 0{,}09$; d'où $\frac{a}{c} = 11{,}1$, et $\frac{N}{s} = 353$.

» La formule (3) est donc applicable de 11 à plus de 72. Et l'on voit que cette formule donne une limite inférieure 11, qu'il faut prendre comme le rapport limite au-dessus duquel commence à se produire la flexion. La limite théorique est 14 ([1]).

» La formule parabolique peut s'appliquer aussi bien à la fonte et au fer qu'aux bois. Ainsi, par exemple, pour un poteau carré de fer, la formule de Rankine est la suivante

$$\frac{N}{s} = \frac{750}{1 + 0{,}0012\left(\frac{a}{c}\right)^2},$$

et cette formule peut se remplacer, sans erreurs sensibles, par la formule parabolique

$$\frac{N}{s} = -96000\left(\frac{a}{c}\right)^2 + 17400\frac{a}{c} - 113,$$

entre les limites assez étendues pour $\frac{a}{c}$ et de 10 à 10

» Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

» 1° La règle de Rondelet pour les bois se réduit en la formule parabolique (3);

([1]) Voir la *Résistance des matériaux* de M. Bresse.

» La courbe des charges limites pour les bois, fer et fonte, entre des limites assez étendues du rapport de la longueur de la pièce au plus petit côté de la section transversale, se rapproche beaucoup et peut au besoin se remplacer par un *arc* d'une parabole *unique*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déperdition électrique par l'illumination de corps médiocrement conducteurs.* Note de M. **Édouard Branly.**

« L'étude de la déperdition électrique par l'éclairement n'a été faite que pour les métaux; l'observation des conducteurs de conductibilité médiocre, tels que le bois, le marbre, le verre chauffé, conduit à quelques résultats intéressants.

» Le mode d'observation est resté le même que celui de mes premières recherches. Le conducteur était un disque circulaire vertical, de 15^{cm} de diamètre, soutenu par la tige coudée d'un électroscope à manchon isolant de soufre; la charge avait lieu par l'un des pôles d'une pile de 500 volts dont l'autre pôle était relié au sol; un microscope à oculaire micrométrique servait à suivre avec précision la chute de la feuille d'or.

» I. Illumination par un corps chauffé au rouge sombre. — D'après mes recherches antérieures (*Comptes rendus*, 4 avril et 27 juin 1892), un disque métallique électrisé négativement se décharge rapidement en face d'un cylindre de laiton porté au rouge (le cylindre remplaçant la cheminée de verre d'un fort bec de gaz); la décharge est très lente si le disque est positif; devant un cylindre de laiton, recouvert de litharge en poudre portée au rouge, un disque de métal électrisé se décharge rapidement s'il est positif, et très lentement s'il est négatif. Un disque de bois poli ou non poli, ou de bois verni se comporte exactement comme le métal. Une plaque de verre poli, chauffée à 100° environ (par le rayonnement d'un bec de gaz) et devenue ainsi conductrice, éprouve les mêmes déperditions que le bois et le métal.

» En résumé, c'est à la surface du corps incandescent que se rapporte le rôle principal; la nature du conducteur illuminé paraît être sans effet.

» II. Illumination par des rayons très réfrangibles. — Ici la déperdition du corps illuminé dépend de la nature de sa surface.

» La source éclairante a été quelquefois un arc voltaïque jaillissant entre deux charbons à âme d'aluminium; ce fut, le plus souvent, l'étincelle d'un condensateur placé en dérivation sur le circuit induit d'une bobine d'induction.

» Dans ce dernier cas, pour avoir des effets continus, l'interruption avait lieu par les vibrations d'une forte barre d'acier solidement encastrée dans un bloc de laiton et attirée par un électro-aimant que traversait le courant inducteur. Trois bobines d'induction, de dimensions moyennes, réunies en série par leurs fils primaires, étaient associées en quantité par leurs fils secondaires; leur courant induit chargeait une grosse jarre dont les décharges rapides éclataient entre deux pointes d'aluminium dans une boîte métallique. La lumière sortait par une ouverture de 15^{mm} de diamètre que fermait une mince lame de quartz pour éviter les effets perturbateurs des gaz de la source. La boîte métallique était en communication parfaite avec le sol et aucune influence électrique n'avait lieu sur le disque au moment des décharges.

» Voici les principaux résultats obtenus :

» 1° *Déperdition négative plus rapide.* — Un disque de bois poli ou non poli : chêne, hêtre, noyer, buis, etc., un disque de marbre poli ou non poli offrent une déperdition très nette pour les deux électricités; si le disque est négatif, la déperdition est plus rapide que s'il est positif, mais la différence est beaucoup moins accusée qu'avec des disques métalliques et surtout des disques métalliques polis. Le carton, la terre cuite, le verre chauffé à 100° se comportent comme le bois et le marbre.

» 2° *Déperdition positive plus rapide.* — La déperdition positive est rapide, tandis que la négative est faible pour le bois verni ou frotté avec de l'huile ou ciré avec de la paraffine ou enduit d'une très légère couche de suif. Des plateaux métalliques suifés ne donnent aussi qu'une déperdition insensible s'ils sont négatifs, mais leur perte positive est très vive.

» 3° *Confirmation du rôle de la nature de la surface.* — Avec un plateau de bois poli, la déperdition négative est supérieure à la positive, mais la différence est peu accentuée; si on le recouvre par frottement d'une couche extrêmement mince de plombagine, la déperdition négative devient immédiatement beaucoup plus forte que la positive; nous avons vu plus haut que c'est l'inverse s'il est ciré avec de la paraffine.

» Un plateau métallique suifé ne donne lieu qu'à une déperdition négative insensible, tandis que la perte positive est rapide; si l'on vient à répandre sur le suif à travers un tamis une couche de cuivre porphyrisé, la perte négative l'emporte de beaucoup; si au lieu de cuivre porphyrisé, on verse de l'aluminium pulvérisé, les déperditions positive et négative deviennent presque égales.

» 4° *Ralentissement de la déperdition par l'accroissement de résistance du quartz et de l'air.* — L'ouverture pratiquée dans la boîte à étincelles, en face du conducteur éclairé, étant fermée par une lame de quartz, cette lame ainsi que l'air qui la sépare du disque est traversée par l'électricité qui

s'échappe et leur ensemble offre une conductibilité décroissante ([1]). Par suite, des mesures faites à des intervalles de temps égaux montrent une déperdition de plus en plus lente. En recouvrant la face du quartz qui regarde le disque d'une toile métallique à fils assez fins pour n'arrêter que peu de lumière, cette toile sert de passage à l'électricité perdue et le décroissement de la déperdition se trouve presque annulé. »

THERMOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle méthode pour la mesure des temperatures.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« La mesure des hautes températures est l'un des problèmes les plus difficiles et les plus imparfaitement résolus de la Physique expérimentale. Parmi les diverses méthodes que l'on a proposées il n'en est qu'une seule qui soit directe, c'est celle qui est fondée sur la dilatation des gaz (thermomètre à gaz). Les autres méthodes, fondées sur les propriétés des solides ou des liquides, bien que d'un emploi plus facile, ne fournissent que des résultats indirects et ne peuvent être employées avec rigueur que par interpolation.

» C'est qu'en effet les gaz obéissent à des lois relativement simples, et l'accroissement de température les rapproche de l'état gazeux parfait. Les solides obéissent à des lois plus complexes et sont profondément modifiés par les hautes températures.

» On voit donc la supériorité théorique des méthodes fondées sur les propriétés des gaz. Encore, la seule méthode de ce genre actuellement usitée (thermomètre à gaz) s'appuie accessoirement sur les propriétés des solides, puisqu'elle nécessite la connaissance de la dilatation de l'enveloppe thermométrique.

([1]) La diminution progressive de la conductibilité des isolants solides, tels que le quartz, est bien connue; on peut aussi la démontrer pour l'air.

Ayant formé un condensateur à plateaux horizontaux distants d'environ $0^{mm},5$, le plateau supérieur est relié au sol et le plateau inférieur à l'un des pôles d'une pile de 300 éléments. Le plateau inférieur, porté par la tige d'un électroscope, se décharge dès qu'on supprime la communication avec la pile, mais, si l'on répète l'expérience, la décharge se ralentit et finit par devenir extrêmement lente.

On peut opérer avec un galvanomètre. Avec des plateaux de $0^{m},20$ de diamètre et un écartement de $0^{mm},5$, le condensateur est intercalé dans le circuit de la pile de 300 éléments en même temps qu'un galvanomètre sensible; on voit le courant de passage à travers la lame d'air diminuer progressivement.

» J'ai cherché une méthode fondée uniquement sur les propriétés des gaz et indépendante de la forme et des dimensions de l'enveloppe qui les renferme. La mesure des indices de réfraction fournit la base d'une telle méthode.

» En effet, les physiciens modernes ont reconnu que la réfraction $n-1$ d'un gaz varie exactement comme sa densité, soit que l'on modifie cette densité par un changement de pression (expériences faites sur les gaz permanents et sur les gaz facilement liquéfiables par M. Mascart entre o et 8^{atm}, par MM. Chappuis et Rivière jusqu'à 19^{atm}), soit qu'on la modifie par un changement de température (expériences de M. R. Benoît sur l'air entre 0° et 80°, de MM. Chappuis et Rivière sur le cyanogène entre 0° et 35°).

» En rapprochant ces deux séries d'expériences, on conclut *qu'à une densité donnée d'un gaz correspond toujours un même indice,* la température et la pression pouvant être différentes. Cette relation est indépendante de la forme même de la fonction qui lie l'indice et la densité. Tel est le principe de la méthode nouvelle.

» Au moyen d'un appareil interférentiel, on décompose un faisceau lumineux en deux parties qui traversent deux tubes remplis d'un même gaz. On note la position initiale des franges.

» On porte l'un des tubes à la température qu'il s'agit de mesurer, sa pression restant égale à la pression atmosphérique. La densité du gaz diminuant, les franges se déplacent. On diminue alors la pression dans le second tube jusqu'à ce que les franges soient revenues à leur position primitive. Supposons, pour simplifier le raisonnement, que la longueur des deux tubes, à ce moment, soit la même. Les franges étant revenues au zéro, la densité du gaz est la même dans les deux tubes. Or on connaît la pression et, par suite, la densité du gaz dans le tube froid. On connaît donc la densité du gaz chaud et l'on en déduit sa température. La description précédente est celle du *thermomètre interférentiel à gaz à pression constante.* On peut réaliser un *thermomètre interférentiel à gaz à densité constante,* en ramenant les franges non par diminution de la pression dans le second tube (tube froid), mais par augmentation de la pression dans le premier tube (tube chaud). Dans ce cas le second, tube devient inutile et peut être supprimé.

» La réalisation de cet appareil présente plusieurs difficultés. Tout d'abord on ne saurait, comme on fait dans les mesures d'indices, opérer en lumière homogène et compter le nombre de franges déplacées, les variations de température ne se laissant pas régler à volonté comme les variations de pression. Il convient d'opérer en lumière blanche, en prenant pour repère la frange centrale. L'inconvénient ordinaire résultant de la dispersion est sans influence ici.

» La principale difficulté consiste à séparer suffisamment les rayons interférents pour qu'ils puissent traverser des milieux portés à des températures très différentes. J'y suis arrivé par l'emploi combiné des miroirs de Jamin et des parallélépipèdes de Fresnel.

» Un faisceau de lumière parallèle tombe sur une lame épaisse de Jamin qui le divise en deux. Un parallélépipède de Fresnel [1] réfléchit totalement l'un des rayons

---

[1] M. Mascart, qui a signalé l'emploi de ces parallélépipèdes pour obtenir des

et le renvoie parallèlement à sa direction primitive, après l'avoir déplacé d'une quantité égale à sa longueur. L'écartement des deux rayons était de 92^{mm} dans mes expériences. Un second parallélépipède rétablit la distance primitive des deux rayons un peu en avant de la seconde lame épaisse.

» Sur le trajet du premier rayon est placé un tube relié à une machine pneumatique et à un manomètre.

» Sur le trajet du second est un tube, dont la partie centrale est entourée d'un manchon, où circulent des vapeurs à diverses températures et dont les deux extrémités sont refroidies par des courants d'eau.

» Entre la partie centrale chaude à température fixe et les extrémités refroidies à température fixe également, s'étendent deux régions à température variable.

» On les élimine, par *compensation*, en faisant deux mesures successives avec deux tubes ne différant que par la longueur de la région centrale et en prenant la différence des résultats.

» Je me propose simplement aujourd'hui de justifier le principe et de montrer la rigueur de la méthode nouvelle par des expériences faites entre 0° et 200°.

» J'ai fait trois séries d'expériences, sous des pressions comprises entre 740^{mm} et 763^{mm}, avec les vapeurs d'alcool, d'eau et d'aniline.

» Voici quelques-uns des nombres obtenus :

Alcool.			Eau.			Aniline.		
	Température			Température			Température	
Pression.	observée.	calculée.	Pression.	observée.	calculée.	Pression.	observée.	calculée.
741,50	77,69	77,64	740,10	99,20	99,26	746,48	183,62	183,54
748,15	77,74	77,86	752,80	99,63	99,74	756,85	183,74	184,07
762,94	78,47	78,36	755,64	99,96	99,84	760,91	184,50	184,28
			761,04	100,01	100,04			

» Les températures d'ébullition théoriques ont été calculées par les formules suivantes, qui se rapportent au thermomètre à air :

$$\text{Alcool}: 78,26+\frac{H-760}{29,7},\qquad \text{Eau}: 100+\frac{H-760}{27,25},\qquad \text{Aniline}: 184,23+\frac{H-760}{19,6}.$$

» En résumé, la nouvelle méthode permet de prendre la température d'un milieu par le simple examen d'un rayon lumineux qui l'a traversé. Elle est fondée sur les propriétés des gaz. Elle est indépendante de la nature de l'enveloppe thermométrique et même de sa forme et de sa

---

faisceaux interférents très écartés en lumière homogène, a bien voulu me prêter ceux qu'il possède. Pour obtenir des interférences en lumière blanche, j'ai dû les faire retailler par M. Jobin, qui a parfaitement réussi cette délicate opération.

dimension, car il suffit de fixer les points d'entrée et de sortie du rayon lumineux sans placer ni tube ni appareil quelconque au sein même de la masse gazeuse dont on veut déterminer la température : elle permet par là d'opérer sur les gaz contenus dans l'intérieur des hauts fourneaux, du four électrique, etc.

» Ces qualités la recommandent particulièrement pour l'évaluation des hautes températures. C'est de ce côté que je me propose maintenant de diriger mes efforts (1).

CHIMIE. — *Sur la présence de l'hélium dans la clévéite.* Lettre de M. **P.-F. Clève** à M. Berthelot.

« Upsala, le 8 avril 1895.

» Nous avons, au laboratoire de l'Université d'Upsala, examiné le gaz de la clévéite, et je juge convenable de vous communiquer les résultats.

» Le minéral avait été trouvé en Norwège à Carlshuus. Un de mes élèves, M. Langlet, a chauffé un mélange du minéral avec du bisulfate de potasse, dans un tube à combustion. Le gaz, après le passage sur cuivre au rouge, a été recueilli sur une solution concentrée de potasse.

» Le spectre du gaz ne présente pas de lignes de l'argon, ce qu'on a pu vérifier à l'aide d'un tube à argon que j'ai reçu de M. Ramsay.

» Les raies sont, d'après les mesures de M. Thalén, les suivantes :

Longueurs d'onde.	Atlas.	Intensités.
l 6677	Angström.	Demi-forte.
l 5875,9	Mesure micrométrique (2).	Forte.
l 5048	Rowland. Tableaux photographiques.	Demi-forte.
l 5016	Rowland. Tableaux photographiques.	Forte.
l 4922	Rowland. Tableaux photographiques.	Demi-forte.
l 4713,5	Angström.	Plus faible.

» La présence de l'hélium dans une substance terrestre est donc constatée. »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(2) Interpolation au moyen du Tableau des longueurs d'onde par Rowland (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXVI, p. 69). Il paraît probable que cette ligne forte de l'hélium est accompagnée de chaque côté par deux lignes très faibles.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons définies des alliages métalliques.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'existence de combinaisons définies dans les alliages métalliques est admise aujourd'hui sans contestation par tous les chimistes, et pourtant il n'y a pas un seul traité de Chimie où l'on indique les combinaisons semblables des alliages usuels, tels que le bronze et le laiton. Il existe cependant peu de combinaisons des métaux, parmi toutes celles que l'on étudie, qui présentent un aussi grand intérêt, tant au point de vue scientifique qu'au point pratique. La raison de cette abstention est facile à concevoir, si l'on se reporte aux Mémoires originaux des savants qui se sont occupés de cette étude; ceux-ci ont, en effet, exclusivement utilisé des déterminations des propriétés physiques dont l'interprétation prête à un large arbitraire et conduit, par suite, souvent à des conclusions contradictoires. Un si grand nombre de combinaisons différentes ont été indiquées, qu'il est assez prudent de les envisager toutes avec un égal scepticisme.

» Mais il est possible d'isoler les combinaisons définies des alliages, par des méthodes purement chimiques, qui ne demandent aucune interprétation des faits observés. Je me propose de donner, dans cette Note, quelques applications de cette méthode aux plus importants des alliages de cuivre.

» *Étain-cuivre*, $SnCu^3$.— En fondant du cuivre avec un excès d'étain et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique concentré et froid, on isole des lamelles cristallines blanches, tout à fait inattaquables à l'acide. Leur composition varie un peu suivant le mode de préparation, par suite de la présence d'étain restant emprisonné entre les lamelles et échappant ainsi à l'action de l'acide. On obtient les meilleurs résultats en partant d'un alliage riche en étain, deux parties d'étain pour une de cuivre par exemple, et soumettant les lamelles à une seconde attaque à l'acide chlorhydrique, après les avoir finement broyées au mortier d'agate. La composition du résidu cristallin ainsi obtenu est, à très peu de chose près, celle qui répond à la formule $SnCu^3$.

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
59	61,8

» Cette combinaison $SnCu^3$ est une de celles qui avaient été indiquées antérieurement par Calvert, Matthiessen, Riche, Roberts Austen, Lodge et Laurie, comme résultant d'expériences relatives à certaines propriétés physiques : densité, conductibilité électrique, force électromotrice, liquation, etc. Par contre, les combinaisons $SnCu^2$ et $SnCu^4$, indiquées également par certains de ces savants, semblent ne pas avoir

d'existence réelle, et résulter seulement d'une fausse interprétation de certaines données expérimentales.

» *Zinc-cuivre*, Zn^2Cu. — En fondant du cuivre avec un excès de zinc et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique très dilué, on voit se séparer d'abord des aiguilles cristallines blanches, qui prennent bientôt une couleur bronzée et finissent par s'attaquer complètement en laissant un résidu de cuivre pulvérulent. On peut les isoler à peu près inaltérées, en immergeant le culot métallique obtenu par fusion à poids égaux de cuivre et de zinc dans une pâte de chlorure de plomb, et laissant l'attaque se poursuivre pendant une huitaine de jours. En enlevant la masse de plomb, spongieux produit, on retrouve le culot inaltéré en apparence; en fait, le zinc libre s'est dissous : il reste un agrégat poreux de petits cristaux, dont la composition répond à la formule Zn^2Cu.

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
33,2	32,9

» Cette formule est celle à laquelle était arrivé Laurie par les mesures des forces électromotrices.

» *Aluminium-cuivre*, Al.Cu. — En fondant du cuivre avec un excès d'aluminium et reprenant le culot par de l'acide chlorhydrique ou de la potasse très dilués, on isole des cristaux d'abord blancs, qui prennent bientôt une couleur bronzée par suite de leur attaque superficielle. Les résultats ont été les meilleurs avec la potasse; ils ont conduit à attribuer à l'alliage défini la composition Al.Cu :

Cuivre pour 100	
observé.	calculé.
71,3	69,7

» Il n'avait pas été fait jusqu'ici de recherches sur les combinaisons définies de cuivre et d'aluminium.

» *Chrome-zinc*. — En cherchant à préparer du chrome par une méthode indiquée autrefois par Wöhler, qui consiste à fondre du zinc avec un mélange de chlorures alcalins et de sesquichlorure de chrome, j'ai obtenu des lamelles hexagonales parfaitement cristallisées, d'un alliage de chrome et zinc renfermant 7 pour 100 de chrome métallique. Pour les isoler du zinc en excès, on peut employer l'acide chlorhydrique très dilué, qui les attaque moins rapidement que le zinc et permet d'en recueillir une petite quantité; mais le rendement est beaucoup plus élevé en employant la pâte de chlorure de plomb. Il faut, dans ce cas, envelopper le culot dans une feuille de papier-filtre, pour retrouver les cristaux qui sont complètement séparés et se perdraient, sans cela, dans la masse du plomb spongieux.

» On pourrait certainement isoler ainsi, dans tous les cas, les combinaisons définies des alliages métalliques, à condition de les produire en présence d'un excès du métal le plus attaquable et d'attaquer le culot métallique par un réactif approprié, dont la nature peut être déterminée

a priori par des mesures de force électromotrice faites par la méthode de Laurie.

» Ces combinaisons métalliques sont dures et cassantes, comme les phosphures, les sulfures, les carbures; elles ne participent en rien à la malléabilité des métaux constituants. C'est ce fait qui donne l'explication de la dureté des alliages que l'on obtient en réunissant des métaux aussi mous que le cuivre, d'une part, et l'étain, le zinc, l'aluminium, de l'autre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les aldéhydes aliphatiques* $C^nH^{2n}O$. Note de M. **Louis Henry**.

« Le caractère *aldéhyde* est attaché à l'existence, dans les molécules carbonées, du composant $-C\langle^{O}_{H}$.

» Dans la série des aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n+1}-C\langle^{O}_{H}$, ce composant, 29 en poids, représente une fraction du poids total de la molécule d'autant plus considérable que celui-ci est moins élevé.

Aldéhyde.	Poids moléculaire.	$C\langle^{O}_{H}$ pour 100.	Différence.
$H-C\langle^{O}_{H}$	30	96,66	
			30,76
$H^3C-C\langle^{O}_{H}$	44	65,90	
			15,90
$H^5C^2-C\langle^{O}_{H}$	58	50,00	
			9,73
$H^7C^3-C\langle^{O}_{H}$	72	40,27	
			6,55
$H^9C^4-C\langle^{O}_{H}$	86	33,72	
			4,72
$H^{11}C^5-C\langle^{O}_{H}$	100	29,00	
			3,57
$H^{13}C^6-C\langle^{O}_{H}$	114	25,43	
....	...	.....	.....
$H^5C^6-C\langle^{O}_{H}$	106	27,35	

» Il en résulte que l'*intensité* du caractère aldéhyde va, dans cette série, en s'affaiblissant à mesure que le poids moléculaire s'élève.

» Il en est ainsi, comme on le sait, en ce qui concerne l'*aptitude à la*

polymérisation que possèdent ces composés, en leur qualité d'oxydes de radicaux positifs bivalents C^nH^{2n}. Cette aptitude est à son maximum à l'étage C^1, dans le méthanal, que l'on ne connaît, à la température ordinaire, qu'à l'état de polymère, le *poly-oxy-méthylène* où l'on trouve l'image parfaite d'un oxyde métallique $\overset{\parallel}{R}O$. Encore très prononcée en C^2, dans l'éthanal, cette propriété va en s'affaiblissant à mesure que l'on s'avance dans l'échelle de carburation; elle est nulle dans les termes élevés et notamment dans l'aldéhyde benzoïque $H^5C^6 - C\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ que l'on connaît seulement dans sa forme normale.

» J'ai constaté des rapports du même ordre en ce qui concerne l'action des amines mono-alcooliques $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ sur les aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n}O$ et entre les produits eux-mêmes de cette réaction.

» D'une manière générale, les bases amidées $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ réagissent avec énergie sur les aldéhydes aliphatiques. Quant à son résultat final apparent, la réaction consiste dans l'élimination d'une molécule d'eau et la formation d'une *imine aldéhydique* monosubstituée, selon le schéma

$$R - C\begin{smallmatrix}\diagup O\\ \diagdown H\end{smallmatrix} + H^2Az - X = H^2O + R - C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup AzX\\ \diagdown H\end{smallmatrix}.$$

» J'ai fait connaître les produits de l'action de la méthylamine, de l'éthylamine et de la propylamine sur le méthanal. Ce sont des liquides bouillant à 166°, 208 et 248°, sous la pression ordinaire (¹).

» Or ces composés sont en réalité des *polymères triples* des véritables imines méthyléniques monosubstituées $H^2C=Az-CH^3$, $H^2C=Az-C^2H^5$, $H^2C=Az-C^3H^7$ (²).

» Depuis lors, j'ai étudié cette réaction dans la série des aldéhydes aliphatiques depuis l'étage C^2 jusqu'à l'étage C^7, à part le terme C^6 que je

(¹) Voir *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 3e série, t. XXVI, p. 200 (1893) et t. XXIX, p. 23 (1895).

(²) En ce qui concerne la méthyl-méthylènimine $H^2C=Az-CH^3$, voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 449 (25 février 1895), la Note de MM. Brochet et Cambier.

La densité de vapeur de ce corps a été déterminée d'après Hoffmann, à 100°, dans un tube long de 1m,30. On a trouvé 3,95. La densité calculée pour le *polymère triple* $(H^2C=Az-CH^3)^3$ est 4,44.

A la température d'ébullition de l'aniline à 185°, d'après la même méthode, dans un tube long de 1m, on a trouvé 1,56. Calculé pour $H^2C=Az-CH^3$, 1,48. Dans ces conditions, la dissociation est donc complète.

n'ai pas pu me procurer. Sur les divers composés, j'ai fait agir les amines mono-alcooliques $H^2Az - C^nH^{2n+1}$ depuis C^1 jusqu'à C^5.

» J'ai obtenu ainsi une série assez riche de bases aux *imines aldéhydiques monosubstituées* de la formule générale $C^nH^{2n} = Az - C^nH^{2n+1}$, ou bien $C^nH^{2n+1} - CH = Az - C^{n'}H^{2n'+1}$. Toutes constituent des composés parfaitement définis, des liquides incolores, mobiles, fortement odorants, à point d'ébullition bien déterminés.

» Les circonstances de leur formation me permettent d'établir les propositions générales suivantes :

» *a*. La réaction des amines mono-alcooliques $C^nH^{2n+1} - AzH^2$ sur les aldéhydes aliphatiques $C^nH^{2n+1} - C\begin{smallmatrix}\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ est d'autant plus intense et plus énergique que le poids moléculaire de l'aldéhyde et celui de l'amine sont moins élevés, c'est-à-dire que les composants $- C\begin{smallmatrix}\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ et $- AzH^2$ représentent une fraction plus considérable du poids des molécules totales.

» *b*. L'aptitude à la polymérisation des *imines* $C^nH^{2n} = Az - C^nH^{2n+1}$ ainsi obtenues dépend des mêmes circonstances, mais surtout de l'élévation du poids moléculaire du radical aldéhydique C^nH^{2n}. A l'étage C^1, dans l'imine méthylénique mono-méthylique $H^2C = Az - CH^3$ (ébullition 166°), la polymérisation est totale; elle est considérable encore à l'étage C^2 dans l'*imine méthylo-éthylidénique* $H^4C^2 = Az - CH^3$; elle diminue successivement en C^3, C^4 et C^5 pour devenir nulle ou presque nulle en C^7, dans le produit dérivé de l'œnanthol.

» Je dois ajouter que, toutes choses égales d'ailleurs, cette aptitude à la polymérisation dépend en même temps de l'élévation du poids atomique du radical C^nH^{2n+1} de l'amine réagissante. Déjà l'aldéhyde isobutylique C^5 ne fournit pas ou presque pas d'imine polymérisée avec l'éthyl, la propyl, l'isobutyl et l'amyl-amine.

» La comparaison des points d'ébullition des *imines aldéhydiques* $C^nH^{2n} = Az - C^{n'}H^{2n'+1}$ ainsi obtenues avec ceux des amines bi-alcooliques correspondantes $C^nH^{2n+1} - AzH(C^{n'}H^{2n'+1})$, qui en diffèrent par deux atomes d'hydrogène en plus, permet de formuler les propositions générales suivantes :

» *a*. Le point d'ébullition des *imines aldéhydiques* monosubstituées $C^nH^{2n+1} - CH = Az - C^{n'}H^{2n'+1}$ est fort voisin et, en général, un peu plus bas que celui de l'*amine* bi-alcoolique correspondante.

Imines aldéhydiques.	Ébullition.	Amines bi-alcooliques.	Ébullition.
$C^2H^4 = Az - C^2H^5$	50°	$C^2H^5 - AzH(C^2H^5)$	56°
$C^3H^6 = Az - C^3H^7$	102 (1)	$C^3H^7 - AzH(C^3H^7)$	109
$C^4H^8 = Az - C^4H^9$	130	$C^4H^9 - AzH(C^4H^9)$	140
$C^5H^{10} = Az - C^5H^{11}$	183	$C^5H^{11} - AzH(C^5H^{11})$	187
$C^4H^8 = Az - C^3H^7$	117	$C^4H^9 - AzH(C^3H^7)$	125

» *b.* L'élimination d'une molécule d'hydrogène dans le système $H\overset{\vee}{C} - \overset{|}{Az}H$ déterminant une soudure double entre le carbone et l'azote, $>C = Az -$, n'affecte que faiblement la volatilité du composé primitif.

» *c.* Dans les diverses combinaisons du genre *imine*, à composition équivalente, de la formule générale $C^nH^{2n} = Az - C^{n'}H^{2n'+1'}$, la volatilité est la même ou tout au moins ne diffère que fort peu; quel que soit le système de l'amine bi-alcoolique aux dépens duquel se fait l'élimination de H^2, la volatilité n'en est que faiblement affectée :

		Ébullition.
(C^5)	$CH^3 - CH = AzH - (CH^2 - CH^2 - CH^3)$	75-77°
	$CH^3 - CH^2 - CH = AzH(CH^2 - CH^3)$	75-78
(C^7)	$CH^3 - CH^2 - CH = AzH - \left(CH^2 - CH\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right)$	117-118
	$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!>\!CH - CH = AzH - (CH^2 - CH^2 - CH^3)$	117-118
	$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!>\!CH - CH = AzH - \left(CH^2 - CH^2 - CH\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right)$	155
	$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!>\!CH - CH^2 - CH = AzH - \left(CH^2 - CH\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right)$	155

» Tous ces composés seront décrits dans un Mémoire spécial. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des halogènes sur la pyrocatéchine* (2). Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Friedel.

« L'action des halogènes sur la pyrocatéchine a été étudiée par plusieurs auteurs, notamment par Stenhouse, Hlasiwetz et Zincke, qui ont décrit le dérivé tétrabromé, un autre tétrachloré et enfin une pyrocatéchine hexachlorée $C^6Cl^6O^2$; j'ai pu obtenir deux dérivés nouveaux : une pyrocaté-

(1) Chancel, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 232, année 1894.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

chine trichlorée $C^6H^3Cl^3O^2$ et une pyrocatéchine bibromée $C^6H^4Br^2O^2$.

» *Pyrocatéchine trichlorée.* — Ce composé, dont la préparation est assez délicate, a été obtenu en traitant la pyrocatéchine, dissoute dans l'acide acétique mélangé de chloroforme, par une quantité déterminée de chlore; le chlore libre est mis lui-même en dissolution dans l'acide acétique et la teneur de la liqueur est dosée par l'iode et l'hyposulfite.

» La formule de la réaction est

$$C^6H^6O^2 + 6Cl = C^6H^3Cl^3O^2 + 3HCl.$$

» Je fais dissoudre 10^{gr} de pyrocatéchine dans 90^{cc} d'acide acétique et 10^{cc} de chloroforme; je refroidis à 0° et j'ajoute peu à peu la solution récente et dosée de chlore dans l'acide acétique, de façon que pour 1 molécule de pyrocatéchine il intervienne environ $5^{mol},5$ de chlore; celui-ci est absorbé immédiatement; j'évapore presque complètement au bain-marie et je précipite les produits de la réaction par l'eau qui ne les dissout pas : le précipité est formé de pyrocatéchine trichlorée contenant un peu de pyrocatéchine tétrachlorée; je purifie par des cristallisations à chaud dans l'acide acétique étendu d'eau, en ajoutant une petite quantité de solution aqueuse d'acide sulfureux qui empêche la coloration des cristaux.

» Le corps ainsi obtenu cristallise en petits prismes incolores, inodores et de saveur brûlante : cristallisé dans l'eau et l'acide acétique, il contient une molécule d'eau de cristallisation et a pour formule

$$C^6H^3Cl^3O^2 + H^2O \text{ (1)};$$

il fond à 104°-105°.

» Sur le chlorure de calcium ou l'acide sulfurique, il ne perd pas son eau de cristallisation; placé dans le vide sur l'acide sulfurique, il se déshydrate lentement et se change en un autre hydrate, de formule

$$C^6H^3Cl^3O^2 + \tfrac{1}{2}H^2O \text{ (2)};$$

ce dernier fond à 134°-135°.

» La pyrocatéchine trichlorée est insoluble dans l'eau froide, plus soluble dans l'eau chaude, très soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acé-

(1) *Analyses.* — Trouvé : C = 30,37; H = 2,34; Cl = 46,01 — 45,18 — 45,78.
Calculé : C = 31,10; H = 2,15; Cl = 46 pour 100.

(2) *Analyses.* — Trouvé : C = 32,33 — 31,86; H = 1,96 — 2,35;
Cl = 47,17 — 47,74 — 48 — 47,90 — 48,03.
Calculé : C = 32,40; H = 1,79; Cl = 47,86.

Perte d'eau dans le vide, trouvé : 4,29; calculé : 3,88.

tique, etc.; un excès de chlore la transforme en pyrocatéchine tétrachlorée.

» *Pyrocatéchine bibromée.* — Ce corps s'obtient facilement en ajoutant peu à peu une solution acétique de brome au $\frac{1}{10}$ à une solution refroidie de pyrocatéchine dans l'acide acétique; le brome doit être employé en quantité correspondant à l'équation

$$C^6H^6O^2 + 4Br = C^6H^4Br^2O^2 + 2HBr.$$

» L'acide acétique est évaporé presque complètement et le dérivé bromé précipité par l'eau; on le purifie par des cristallisations à chaud dans l'acide acétique étendu.

» Le corps ainsi obtenu est en prismes assez gros, transparents dans le liquide, mais devenant opaques à l'air; ils ne contiennent pas d'eau de cristallisation et ont pour formule

$$C^6H^4Br^2O^2 \ (^1).$$

» Ce dérivé bibromé est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, etc.; son point de fusion est 92°-93°; un excès de brome le transforme en pyrocatéchine tétrabromée; le chlore donne de la pyrocatéchine tétrachlorée. Chauffée avec l'acide sulfurique vers 80°, la pyrocatéchine bibromée est transformée en pyrocatéchine tétrabromée et produits résineux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la siccativité des matières grasses en général, et leur transformation en produits élastiques analogues à la linoxine.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Aimé Girard.

« Toutes les matières grasses, lorsqu'elles sont exposées à l'air, se modifient sous l'action de l'oxygène; mais, tandis que la plupart éprouvent seulement le rancissement, on en rencontre un certain nombre, principalement parmi les huiles végétales, qui, dans cette circonstance, se transforment en une matière solide et élastique, parfaitement sèche, que Mulder a désignée sous le nom de *linoxine*. Les huiles, telles que celles de lin,

---

(1) *Analyses.* — Trouvé : C = 26,56 — 26,53; H = 1,85 — 1,62;
Br = 58,98 — 59,66 — 60,05.
Calculé : C = 26,86; H = 1,49; Br 59,70.

de noix, d'œillette, etc., qui donnent naissance à cette linoxine sont désignées sous le nom d'*huiles siccatives*.

» On attribue généralement la propriété, pour une huile, de donner de la linoxine comme produit final de l'oxydation, à la présence, soit d'un glycéride particulier, la linoléine, soit de glycérides divers de composition très voisine.

» Cepend nt, si l'on réfléchit que la masse totale de l'huile exposée à l'air se transforme en ce produit solide, on peut bien, à la rigueur, admettre que la linoléine est la cause déterminante de cette transformation, mais il semble évident, d'autr e part, que les autres glycérides, l'oléine, la margarine, etc., subissent la même transformation; par suite, on est conduit à se demander si, en l'absence de glycérides analogues à la linoléine, et c'est le cas des huiles non siccatives d'olives, de colza, etc., on ne pourrait pas néanmoins aboutir au même résultat.

» L'expérience a montré que, pour les huiles siccatives, la transformation en un produit solide est activée soit par un chauffage prolongé à une température inférieure à celle où commencent à se dégager des produits volatils, soit par l'intervention d'oxydes ou de sels de plomb ou de manganèse. Dans le premier cas, on admet que la chaleur a pour objet d'accélérer la polymérisation des acides gras non saturés et de former des produits complexes absorbant plus rapidement l'oxygène; dans le second cas, les oxydes de plomb et de manganèse jouent le rôle d'intermédiaires, prenant l'oxygène atmosphérique pour l'abandonner au fur et à mesure aux éléments susceptibles de donner de la linoxine.

» J'ai commencé par appliquer ces deux modes de traitement aux huiles non siccatives, mais j'ai constaté que les huiles ainsi traitées, exposées ensuite à l'air à la température ordinaire, tout en subissant un certain épaississement, n'arrivent pas à sécher après plusieurs mois. Au contraire, si l'on expose ces huiles à l'air à une température plus élevée, on obtient des résultats tout différents.

» Des huiles d'olives et de colza, soit prises à l'état naturel, soit préalablement traitées par un mélange de litharge et de borate de manganèse, dans les conditions et les proportions adoptées industriellement, ont été placées dans des capsules ou sur des plaques de verre, de manière qu'elles soient en contact avec l'oxygène atmosphérique par une large surface et maintenues dans une étuve chauffée tantôt à 120°, tantôt à 160°. Dans ces conditions, on voit l'huile s'épaissir et se transformer finalement en un produit parfaitement solide et élastique, complètement identique d'aspect au produit obtenu avec une huile siccative. En opérant sur des huiles n'ayant subi aucun traitement préalable, j'ai constaté que, à 120°, la transformation de l'huile non siccative, en

couche mince, sur une plaque de verre, s'effectuait en trente-six heures; si l'épaisseur de la couche d'huile augmente et atteint, par exemple, 2mm, l'expérience demande cinq à six jours. A 160°, la transformation a lieu un peu plus rapidement.

» Lorsque les huiles ont été préalablement chauffées avec un mélange de litharge et de borate de manganèse, la transformation est beaucoup plus rapide; j'ai pu ainsi obtenir, en opérant à 160°, la solidification de l'huile d'olives en sept heures, lorsqu'elle était en couche mince, sur une plaque de verre et, en trente heures, lorsque la couche atteignait une épaisseur de 2mm environ.

» Si toutes les huiles végétales se transforment en matière solide, c'est que leurs éléments pris isolément peuvent subir cette transformation; or les huiles végétales étant essentiellement formées de glycéride liquide, l'oléine, et de glycéride solide, la margarine, il en résulte que le même phénomène doit se produire lorsque la proportion de glycérides solides domine, ce qui est le cas des matières grasses d'origine animale. J'ai été conduit, par cette considération, à répéter sur ces matières les expériences précédentes en me plaçant dans les mêmes conditions.

» J'ai maintenu à l'étuve, à 160°, un mélange de stéarine et de margarine, solide à la température ordinaire et fondant à 48°; la substance, soit à l'état naturel, soit préalablement traitée par un mélange de litharge et de borate de manganèse, était disposée tantôt sur des plaques, tantôt dans des capsules plates. Les résultats ont été identiques à ceux que fournissent les huiles végétales, sauf au point de vue du temps nécessaire à la transformation qui est plus long. Dans les capsules contenant, par exemple, la matière lithargirée et manganésée sur une épaisseur de 1mm, j'ai constaté qu'après trente heures la matière se fige moins vite que de coutume lorsqu'on l'abandonne au refroidissement; elle a pris, de plus, une transparence notable; après soixante-quinze heures, la couleur est jaune et la transparence est complète en même temps que la matière épaissie s'étire en longs fils après refroidissement; enfin, après cent quatre-vingt-cinq heures environ, on obtient une pellicule solide à 160°, élastique et identique d'aspect avec le produit fourni par les huiles siccatives. Le résultat est le même si l'on soumet à la chaleur la matière grasse non traitée préalablement, mais la réaction exige un temps un peu plus long. Dans les deux cas, la présence de l'oxygène est indispensable.

» Si l'on examine la matière obtenue soit avec les huiles végétales, soit avec les matières grasses animales, on constate qu'elle présente un aspect identique; elle est très élastique, transparente, se gonfle sans se dissoudre dans l'éther, la benzine, l'alcool, etc., et est facilement saponifiable par les alcalis. Je me propose, du reste, d'étudier plus complètement cette matière et de rechercher si la dessiccation des diverses matières grasses donne un produit final présentant la même composition que celui fourni par l'huile de lin.

» *En résumé*, si la distinction des huiles végétales en huiles siccatives et en huiles non siccatives est exacte, c'est sous la réserve que l'oxydation de ces huiles ne s'effectue qu'à la température ordinaire. Les expériences précédentes montrent que la transformation en un produit élastique analogue à celui fourni par les huiles siccatives peut s'effectuer d'une manière générale pour toutes les matières grasses sans exception, qu'elles soient d'origine animale ou végétale, à condition de les soumettre à une température convenable. La transformation sera plus ou moins longue, suivant la température ou le traitement préalable qu'auront pu subir les matières grasses; mais celles-ci fourniront finalement un produit qui restera solide, même à température élevée, et qui présentera, outre la transparence et l'élasticité, des propriétés chimiques identiques à celles de la linoxine. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition de quelques avoines françaises et étrangères, de la récolte de* 1894. Note de M. **Balland**.

« Les avoines de Beauce de la récolte de 1894 renferment 9 à 9,7 pour 100 de matières azotées, 5 à 6 pour 100 de matières grasses et 8 à 9,6 pour 100 de cellulose résistante.

» Les avoines de Bretagne présentent la même composition, mais avec plus de cellulose (10,5 pour 100).

» Les avoines de Brie ont moins de cellulose (8,5 à 9 pour 100) et une proportion de matières azotées voisine de 10 pour 100.

» Les avoines du Centre (Berry, Bourbonnais, Nivernais) donnent 9,5 à 10,5 pour 100 de matières azotées, 5,4 à 5,8 pour 100 de matières grasses et 8 à 8,5 pour 100 de cellulose.

» Avoines du Poitou : 9,5 à 10,5 pour 100 matières azotées; 5,8 pour 100 matières grasses; 8 pour 100 cellulose.

» Avoines d'Islande : 9 à 9,5 pour 100 matières azotées; 4,5 à 5,5 pour 100 matières grasses; 10,5 à 11 pour 100 cellulose.

» Avoines blanches de Russie (Saint-Pétersbourg, Azoff, Mariopol, Nicolaïef, Novorosisk, Sébastopol) : 10,2 à 12 pour 100 matières azotés; 4 à 5 pour 100 matières grasses; 9,5 à 11,5 pour 100 cellulose.

» Avoines noires de Russie (Libau, Nicolaïef, Odessa): 8,2 à 9,5 pour 100 matières azotées; 4 à 4,5 pour 100 matières grasses; 10,5 à 12 pour 100 cellulose.

» Avoines de Suède : 9,15 pour 100 matières azotées; 5,5 pour 100 matières grasses; 9 à 10,8 pour 100 cellulose.

» Les analyses des avoines de 1894, rapprochées des analyses effectuées sur les avoines de la récolte de 1893, prouvent que si le poids moyen des grains, des cendres et de l'amande, par rapport à la balle, n'a pas sensible-

ment varié pour les avoines de même provenance, il n'en est pas de même des matières azotées, des matières grasses et de la cellulose résistante. On peut dire, d'une manière générale, que les matières azotées ont diminué, tandis que les matières grasses et la cellulose se sont élevées. C'est ce qui a été observé pour les avoines de Beauce, de Bretagne, de Champagne, de Picardie, des Vosges, et pour les avoines de Hollande, d'Irlande, de Russie et de Suède.

» En ce qui concerne spécialement les avoines de Beauce, les matières azotées qui, en 1893, étaient toujours supérieures à 10 pour 100 et se sont élevées à 12,4 pour 100, n'atteignent pas 10 pour 100 et se rapprochent plutôt de 9 pour 100 en 1894. La cellulose résistante, qui ne dépassait pas 8 pour 100 en 1893, s'élève à 9,7 pour 100 en 1894 et les matières grasses se sont aussi accrues de 1 pour 100.

» Cet exemple montre l'intérêt qu'il y a, en particulier pour l'armée, à être exactement renseigné, dans les premiers mois de chaque récolte, sur la valeur moyenne des principales avoines du commerce : un cheval qui, en 1893, avec une ration journalière de 5^{kg} d'avoine de Beauce, pouvait recevoir 600^{gr} de matières azotées, n'en retrouve plus que 450^{gr} en 1894. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'existence de variations anormales de pression avec la hauteur. Gradient vertical* [1]. Note de M. L. **Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« On est arrivé depuis longtemps, par des considérations théoriques, à cette notion que la décroissance de la pression de l'air dans la verticale peut être différente, dans certains cas, de celle qui résulte de la loi statique correspondant à l'état d'équilibre et qui est exprimée par la formule de Laplace. Dans ce cas, si l'on mesure la différence de pression entre deux points, situés sur une même verticale, et qu'on la compare à celle que l'on peut calculer en prenant pour base la densité de l'air et l'intensité de la pesanteur aux points considérés, on trouve un écart entre les deux nombres. L'écart rapporté à la distance qui sépare les points constitue un véritable gradient, que j'ai désigné sous le nom de *gradient barométrique vertical*.

---

[1] *Sur quelques propriétés élémentaires des surfaces d'égale pression* (*Annales du Bureau central météorologique de France*, t. I, 1882).

» La preuve expérimentale de l'existence de ce gradient a été faite, pour la première fois, par la comparaison des observations faites au Puy-de-Dôme et à Clermont, dans une Note présentée, en 1884, au Congrès de l'Association scientifique : je montrai les relations qui existent entre les courants ascendants diurnes et la décroissance anormale de la pression.

» Voici le résumé de ces premières recherches :

» La décroissance de la température est beaucoup plus forte pendant le jour que ne l'indique la Théorie mécanique de la chaleur; il en résulte que tout mouvement ascensionnel de l'air doit déterminer un travail moteur (comme M. Peslin l'a fait voir il y a plus de quinze ans). Dans ces conditions, les courants ascendants, au-dessus de la vallée de Clermont, doivent être fréquents; on en retrouve la trace dans ce fait, que la décroissance de la pression est plus rapide dans le jour que ne l'indique le poids de l'air contenu entre les deux stations.

» Depuis cette époque, les stations de montagne s'étant multipliées, il a été plus facile de retrouver la trace du gradient vertical sur d'autres observations; enfin, l'installation de barographes à la tour Eiffel, par les soins du Bureau central météorologique, m'a permis de mettre l'existence de ce gradient hors de toute contestation. On a pu ainsi reconnaître certains faits généraux, qui ont fait l'objet d'une Note à la Société météorologique (8 janvier 1891) et d'un Mémoire paru dans les *Annales du Bureau central météorologique*. Ces faits, qui se vérifient sur toutes les observations recueillies depuis, sont assez positifs aujourd'hui pour que je croie devoir les communiquer à l'Académie.

» La comparaison des pressions observées en des points voisins, mais situés à des niveaux différents, montre que la loi statique de décroissance de pression est rarement satisfaite, mais qu'il existe habituellement des écarts de signes variables entre les valeurs observées et celles qui correspondent à l'équilibre.

» Le gradient vertical est dit *négatif*, lorsque la différence des pressions calculées est moindre que celle des pressions observées; dans ce cas, il n'y a pas équilibre entre la résultante des pressions et la pesanteur, et la résultante finale est dirigée de bas en haut.

» C'est le contraire quand la différence calculée est plus grande que la différence observée; le gradient est alors *positif* et la résultante dirigée de haut en bas.

» Si l'on étudie la répartition des valeurs horaires du gradient, soit

d'après les stations de montagne, soit sur les observations de la tour Eiffel, on remarque :

» 1° Que ce gradient présente une variation diurne bien marquée, les gradients négatifs augmentant de valeur et de fréquence pendant la journée ;

» 2° Que l'amplitude de cette variation croît, dans une certaine mesure, avec celle de la température; elle est ainsi maximum en été et minimum en hiver.

» Nous donnons ici les observations du Puy-de-Dôme qui, les premières, nous ont permis de reconnaître l'existence de ce gradient.

Valeurs annuelles du gradient vertical pour 1081^{m}. — *Moyennes de sept années* (1878-1884).

3^{h}.	6^{h}.	9^{h}.	Midi.	3^{h}.	6^{h}.	9^{h}.	Minuit.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
+0,40	−0,04	−0,61	−0,86	−0,82	−0,28	−0,06	+0,21

Écarts trihoraires à la moyenne de chaque mois.

	3^{h}.	6^{h}.	9^{h}.	Midi.	3^{h}.	6^{h}.	9^{h}.	Minuit.	Amplitude. Gradient.	Amplitude. Temp.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	°
Décembre..	+0,26	+0,27	0,00	−0,61	−0,47	+0,06	+0,08	+0,41	1,02	3,3
Janvier....	+0,12	+0,16	0,00	−0,50	−0,21	+0,15	+0,15	+0,18	0,68	4,1
Février....	+0,47	+0,39	−0,09	−0,64	−0,60	+0,04	+0,19	+0,13	1,11	5,4
Mars.......	+0,62	+0,31	−0,39	−0,79	−0,59	+0,05	+0,13	+0,62	1,41	7,0
Avril......	+0,58	+0,23	−0,51	−0,34	−0,22	−0,12	+0,13	+0,27	1,19	6,3
Mai........	+1,06	+0,03	−0,58	−0,71	−0,64	−0,11	+0,30	+0,66	1,77	8,4
Juin.......	+0,99	+0,04	−0,49	−0,45	−0,96	−0,24	+0,30	+0,71	1,95	8,1
Juillet.....	+1,00	+0,15	−0,74	−0,59	−0,62	−0,20	+0,38	+0,60	1,74	9,0
Août.......	+1,12	+0,10	−0,52	−0,62	−0,68	−0,04	+0,29	+0,39	1,80	9,0
Septembre..	+0,72	+0,30	−0,49	−0,70	−0,65	+0,09	+0,19	+0,50	1,42	7,4
Octobre....	+0,67	+0,34	−0,04	−0,68	−0,67	−0,15	+0,18	+0,31	1,35	5,9
Novembre..	+0,29	+0,33	−0,39	−0,76	−0,50	−0,17	+0,29	+0,55	1,31	4,1
Année......	+0,67	+0,23	−0,34	−0,59	−0,55	−0,01	+0,21	+0,48	1,26	

» Les résultats déduits des observations de montagne peuvent, sans doute, être affectés, dans une certaine mesure, par les erreurs commises dans la détermination de la température de l'air; mais les observations faites à la tour Eiffel montrent que ces gradients verticaux sont bien réels, parce que, dans ce cas, les incertitudes sur la température et l'humidité

moyennes de l'air sont si réduites, que l'erreur de ce chef est tout à fait négligeable.

Valeurs du gradient vertical pour 279m,5 *entre la tour Eiffel et le Bureau central météorologique. — Moyennes.*

Janvier (3 ans).	mm	Juillet (4 ans).	mm
Minuit.........	−0,15	Minuit.........	+0,07
3^h.............	−0,07	3^h.............	+0,06
6^h.............	−0,09	6^h.............	−0,04
9^h.............	−0,16	9^h.............	−0,10
12^h (midi).....	−0,21	12^h (midi).....	−0,17
3^h.............	−0,19	3^h.............	−0,19
6^h.............	−0,16	6^h.............	−0,05
9^h.............	−0,16	9^h.............	+0,08

» En étudiant la marche des gradients verticaux et leur signe suivant les circonstances atmosphériques, on reconnaît qu'ils sont en relation avec les mouvements généraux de l'atmosphère, ainsi que je compte le montrer dans une autre Note. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 avril 1895.

Construction pratique des navires de guerre, par A. Croneau, Professeur à l'École du Génie maritime. Paris, Gauthier-Villars et fils; 2 vol. gr. in-8° avec Atlas. (Présenté par M. de Bussy.)

Propos d'un écuyer, par M. F. Musany. Paris, H. Simonis, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général. Année 1894. Montpellier, Ch. Boehm; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Aide-Mémoire de l'officier de Marine, de M. Édouard Durassier, continué

par M. CHARLES VALENTINO, bibliothécaire du Ministère de la Marine. 1895. Paris, H. Charles-Lavauzelle; 1 vol. in-18.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 14. Séance du 9 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Cloudland. A study on the structure and characters of clouds, by Rev. W. CLEMENT LEY. London, Edward Stanford, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Janssen.)

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 5e série. Tome II. N° 2, 1895. Février. Saint-Pétersbourg; 1 vol. gr. in-8°.

Curso de Electrotecnica de la escuela professional superior, par M. B. BAHIA, director de la Seccion de telegrafos de la Nacion. Vol. VI. Buenos-Aires, 1894; 1 vol. in-8°.

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Second series. Vol. X, Part II. Philadelphia, 1894; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 8 avril 1895.)

Note de M. *G. Denigès*, Sur le dosage du thiophène dans la benzine :

Page 782, lignes 21 et 22, *au lieu de* que si le mercure est en excès par rapport au thiophène, *lisez* que si le thiophène est en excès par rapport au mercure.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les effets de l'air entraîné en bas, sans gyration, à l'intérieur des tempêtes, des trombes et des tornados.* Note de M. **H. Faye.**

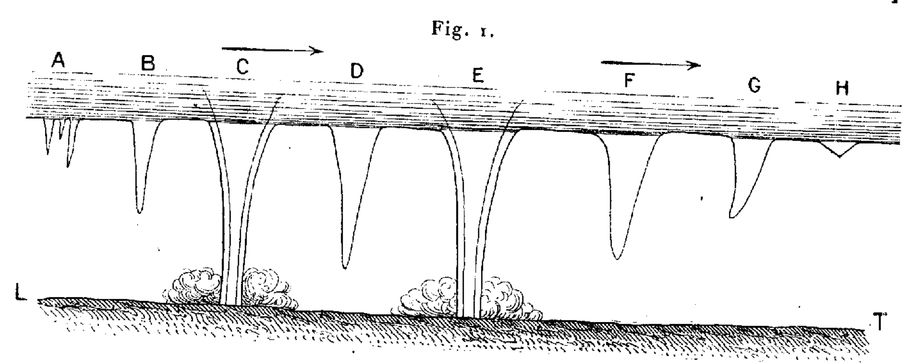
I. — Trombes et tornados.

« En 1893, dans la séance du 15 mars, j'ai montré que le tornado de Lawrence (Massachusetts) avait fait de grands ravages sans aspirer ou entraîner en haut, dans son entonnoir, la moindre parcelle de matière, et que son mouvement avait été manifestement descendant. Je recommande au lecteur ce court travail (¹), que je me propose de développer ici, en m'appuyant sur un dessin qui représente le parcours entier d'une trombe ou d'un tornado pris indifféremment sous toutes les latitudes.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 544 et suiv.

» La ligne ABC...H (*fig.* 1) représente un nuage marchant dans le sens de la flèche, et la ligne LT représente le sol. En A paraissent, au début, de minces tourbillons très voisins, en forme de cônes étroits, comme des lanières verticales, pendillant du nuage et marchant avec lui la pointe en bas. En B, ces gyrations sont confondues en une seule, formant encore une nappe conique, mais beaucoup plus grande, fermée vers le bas comme les précédents, suivant le nuage, mais n'atteignant pas le sol et ne pro-

Fig. 1.



duisant ni bruit ni effet quelconque sur les objets placés au-dessous. En C, la gyration augmentant toujours, le tornado se développe, atteint le sol et le ravage en produisant un bruit, un sifflement effroyable, en soulevant autour de lui des torrents de poussière ou de boue, cassant les arbres presqu'au ras du sol, projetant autour de lui les débris des maisons renversées ou détruites. Mais en D, la gyration venant à diminuer, le tornado ou la trombe se relève et cesse d'atteindre le sol. Aussitôt cessent l'action destructive et le bruit. Les objets les plus délicats placés au-dessous, hors de son atteinte directe, sont épargnés; on ne sent pas même un souffle. En E, une recrudescence nouvelle s'est manifestée [1], le tornado atteint le sol derechef; les ravages et le bruit recommencent. Ils sont interrompus en F et G où le météore passe silencieusement sur nos têtes sans rien faire sentir au-dessous; en H il se réduit en une petite bosse conique toujours pendant du nuage et il s'efface totalement comme s'il rentrait dans le nuage qui l'a porté.

» Évidemment le phénomène de la gyration se passait en haut et se propageait vers le bas. Soutenir le contraire, malgré le témoignage de nos yeux mille fois reproduit sous tous les climats, serait une puérilité. Je l'ai

[1] Cette recrudescence s'est manifestée quatre fois dans le tornado de Lawrence.

dit et répété à satiété; mais il restait un point à éclaircir et c'est ce que je vais tâcher de faire. Voici une expérience décisive.

» Soit A (*fig.* 2) un vase plein d'eau, ayant au fond une bonde qu'on laisse d'abord fermée, et en haut des conduits horizontaux destinés à amener de l'eau dans le vase en produisant une gyration superficielle. Cette gyration se dessinera par une nappe conique ayant la pointe en bas et descendant plus ou moins. Cette espèce de trombe sera pleine d'eau et ne

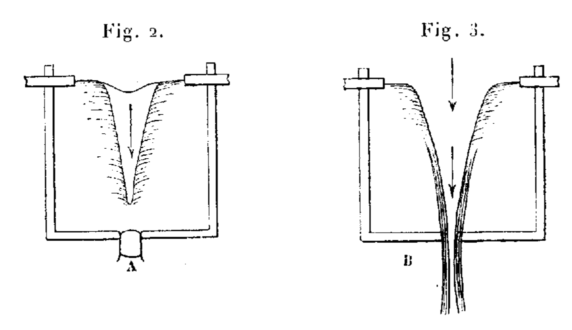


Fig. 2. Fig. 3.

manifestera sa présence à la surface que par une dénivellation superficielle plus ou moins profonde, de forme à peu près conique. Mais si, lorsque la gyration sera établie, on ouvre la bonde en B (*fig.* 3), de manière à provoquer la chute du liquide, le phénomène changera aussitôt de face. L'air supérieur se précipitera dans l'intérieur de cette petite trombe sous forme d'une nappe conique évasée, pénétrera jusque dans la veine fluide qui s'échappe du récipient et en restreindra la section. Dès lors la dépense sera bien moindre que celle qui aurait lieu si l'eau s'écoulait par la bonde sans aucune gyration. La nappe d'air conique qui s'établit ainsi dans la trombe a une telle fixité, que, si l'on introduit un bâton dans cette nappe, le bâton pourra en choquer les parois sans la troubler. M. Hirn, en comparant ce phénomène à ma théorie des trombes, n'a pas omis de signaler les ressemblances [1]. Mais, en même temps, il a cru reconnaître que le rôle de la bonde manque dans les trombes et que le mouvement descendant doit avoir dans celles-ci une autre explication, par exemple une action électrique encore inconnue.

» Je pense avoir résolu cette question qui m'a toujours paru être purement mécanique. Tant que la trombe ne touche pas terre en B (*fig.* 1),

---

[1] G.-A. Hirn, *Étude sur une classe particulière de tourbillons; analogie existant entre la mécanique de ces tourbillons et celui des trombes*, Gauthier-Villars et fils; 1878.

elle est pleine de l'air provenant du nuage, air nébuleux fortement chargé d'humidité en partie condensée et animé d'une certaine gyration. Il n'y a pas d'écoulement vers le bas; la trombe est fermée en bas comme le serait un sac lesté d'une pierre. Au-dessous d'elle, aucun effet mécanique ne décèle sa présence. Mais si la trombe parvient jusqu'au sol en C, sous l'influence d'un renforcement de gyration, le contact du sol et des objets placés sur le sol la détruit, et l'air de la trombe s'échappe tumultueusement et est violemment chassé de tous côtés par le bas. Alors l'intérieur de la trombe se modifie, l'air relativement sec placé au-dessus des gyrations s'enfonce dans l'intérieur sans tournoyer lui-même et le tornado prend l'aspect que j'ai tenté de représenter dans les figures C et F de la *fig.* 1. Cet air supérieur n'a sans doute pas la température et l'humidité de l'air du nuage; il est légèrement comprimé et, s'il était possible de porter des instruments dans le bas d'une trombe travaillant comme je viens de le dire, on trouverait, à l'intérieur, un air relativement sec et un peu plus chaud que l'air supérieur d'où il provient.

» A la vérité, les tornados et beaucoup de trombes sont trop opaques pour qu'on puisse y discerner le tube d'air dont je viens de parler; mais dans certaines trombes dont la gaine nuageuse est à moitié translucide, à cause de la haute température des couches inférieures de l'atmosphère, ce tube intérieur est parfaitement visible. On y voit alors deux tubes concentriques représentés par les parois opaques des bords, lesquels forment quatre lignes parallèles tout le long de la trombe dans sa partie inférieure, comprenant une partie médiane plus claire que le reste. On peut voir à ce sujet les descriptions qu'en ont données l'amiral Mouchez, le capitaine Cook, M. Reye dans la trombe du Rhin, etc. C'est même par ce tube central qu'on imagine, en général, que monte l'eau aspirée vers les nues par la trombe.

II. — CYCLONES.

» Tout le monde convient que la plus grande analogie existe entre les trombes, les tornados et les cyclones; si donc les premiers sont descendants, ainsi que nous venons de le voir, on comprend qu'il en peut être ainsi des seconds. Mais il n'est pas nécessaire de recourir à une analogie plus ou moins vague. En étudiant les cyclones d'une manière plus approfondie qu'on ne fait d'ordinaire, on arrive à prouver qu'il y a entre les deux ordres de phénomènes une véritable identité d'allures, malgré la prodigieuse diversité des dimensions.

» Je veux parler du calme central des cyclones, ou de l'œil de la tempête, principalement dans la zone torride, calme dont on vient de retrouver l'équivalent amoindri dans les trombes et les tornados. Rien ne vaut un exemple, et je le choisis parmi les cas assez rares où un navire est forcé de rester immobile pendant la tempête, de manière à la voir passer sur lui tout entière, y compris le calme central où les vents cessent, mais où règne l'atroce mer hachée (¹).

» La corvette *l'Églé* était mouillée sur deux ancres et plus tard sur quatre, le 1ᵉʳ avril 1858, dans le canal de Mozambique; elle y éprouve un ouragan par 758^{mm} de pression. Vers 9^h du soir, le vent redouble de fureur et la pluie d'intensité. A 11^h, le baromètre baisse à 742^{mm}. Toujours des rafales de sud-est sans variation. Le centre de l'ouragan va passer. A $11^h 45^m$, un calme subit succède aux rafales au moment où elles semblaient augmenter de violence. La tempête s'est apaisée d'une manière si brusque, que nous ne saurions dire comment s'est opérée cette transition.

» La pluie disparaît, le ciel se découvre au zénith et les étoiles brillent. Le calme est si profond que nous cherchons à voir avec une bougie d'où vient le vent. Tout semble indiquer que l'ouragan est terminé et nous aurions partagé les espérances de l'équipage si nous n'avions su que nous allions subir les assauts d'une nouvelle tempête en sens inverse. Le baromètre se maintient à 740^{mm}; la mer est très grosse.

» A 1^h, en effet, les premières rafales du nord-ouest tombaient à bord comme un coup de foudre et faisaient pirouetter la goélette. La pluie a recommencé avec la saute de vent; la mer devient monstrueuse; les chaînes des ancres cèdent; vers 3^h un premier coup de talon nous annonce que nous sommes à la côte. L'*Églé* n'est plus qu'une épave que la mer couvre à chaque instant. Nous réussissons pourtant à l'échouer complètement.

» Notons qu'après cette accalmie d'une heure le vent a sauté cap pour cap et a continué dans cette dernière direction (nord-ouest) jusqu'à l'entière cessation de l'ouragan. Nous n'avons donc éprouvé que deux vents de directions parfaitement opposées. La vitesse de l'ouragan a été estimée à $15^{km},7$. Le diamètre du calme était donc d'environ 18^{km}.

» Que d'exemples ne pourrait-on pas citer de ce phénomène que les marins, qui ont eu la mauvaise chance de traverser centralement une tempête, ont rencontré si souvent! J'en citerai cependant un second qui malheureusement est unique, celui d'un observatoire météorologique admirablement outillé où l'on a pu faire, pendant toute la tempête, des observations de précision (²).

» En 1882, le 20 octobre, à Manille, un typhon a passé centralement

---

(¹) *Étude sur les ouragans de l'hémisphère austral*, par M. Bridet, 3ᵉ édit., p. 24 et suiv.

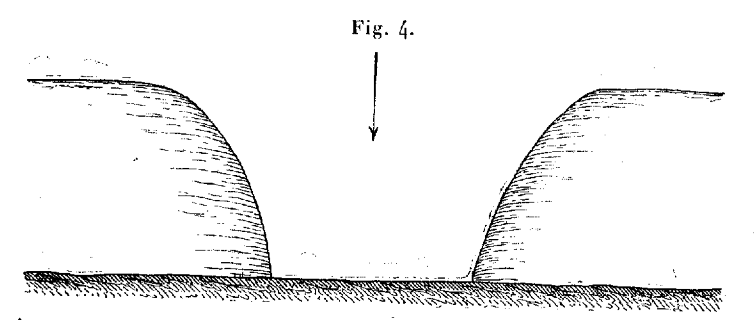
(²) Von Sprung, *Lehrbuch der Meteorologie*, p. 241.

et s'est inscrit sur les instruments enregistreurs de l'observatoire. Non seulement la vitesse et la direction du vent ont été notées avec bien plus de précision qu'à bord d'un navire battu par la tempête et en perdition, mais aussi la température et le degré d'humidité, dont on n'a jamais pensé à tenir compte en mer. Eh bien! la température a baissé régulièrement jusqu'à l'apparition du calme, et là elle a atteint 77°F.; pendant le calme, elle s'est élevée subitement à 88° et s'est tenue à cette hauteur, tant que le calme a duré. On aurait dit un coup de sirocco. Après ce calme, elle est retombée brusquement à 77°. Bien plus, l'humidité de l'air, qui était à son maximum à 90°, pendant la tempête, est tombée à 36° (chose inouïe pour cette région) pendant toute la durée du calme et n'est remontée à 90°, qu'après son passage, au retour de la tempête.

» Or, l'accroissement subit de la température prouve que l'air du calme venait d'en haut, et la diminution brusque de l'humidité prouve, d'une manière non moins péremptoire, que le mouvement descendant, venu des hautes régions, était non moins caractérisé. L'observation de Manille montre qu'une colonne, d'au moins 21^{km} de diamètre, s'étendant en s'élargissant au delà de la région où le phénomène avait son origine, c'est-à-dire au-dessus des cirrus, était descendante.

» Mais ce qui est le plus frappant dans ces phénomènes, c'est la sérénité du ciel et la disparition complète de la pluie dans le calme central, tandis qu'il pleut furieusement tout autour de l'ouragan. Même interruption des phénomènes orageux, remplacés parfois dans le calme central par des feux Saint-Elme au haut des mâts. Il n'y a qu'un seul moyen de se rendre compte de ces faits, c'est d'admettre que le tourbillon tout entier est descendant, qu'il entraîne dans les régions inférieures les cirrus

Fig. 4.



glacés qui engendrent la pluie et les orages, et qu'au centre, par un effet de la force centrifuge produite par la gyration, il se forme une sorte de vide, en forme d'hyperboloïde évasé, où les cirrus ne pénètrent pas, mais

où l'air pur et sec d'en haut est entraîné, sans gyration, mais qui suit le mouvement de translation de la tempête. Ce qui produit cette aspiration énergique s'étendant, comme on le voit, jusqu'à la région d'air pur et sec qui surmonte la tempête, à plus de 12000^m de hauteur, c'est l'échappement de l'air inférieur qui sort du tourbillon au contact du sol ou de la mer, avec une violence dont témoigne l'intermittence des rafales que subit ce vent tout autour du tourbillon, tandis que rien de semblable ne se produit dans le calme.

» On le voit, la constitution des tornados et des trombes qui touchent et dévastent le sol est identique, et non pas seulement analogue, à celle des cyclones et des typhons. Les premiers sont manifestement descendants, puisqu'on les voit descendre les nues et y remonter quand la gyration s'affaiblit et disparaît; il en est de même des seconds. Devant ces constatations, qui n'empruntent rien à l'analogie, je crois pouvoir clore, désormais, une série de travaux dont j'ai été occupé depuis vingt-cinq ans. »

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle espèce de puits dans les roches granitiques de la Suède.* Note de M. **Nordenskiold.**

« On souffre souvent, en Suède, dans les stations de pilotes et dans les phares, du manque d'eau douce. On y est généralement obligé de se contenter d'eau de pluie, souvent très malsaine, ou d'eau apportée de terre ferme et qui, elle aussi, conservée dans des citernes, devient bientôt nuisible à la santé.

» Pour remédier à cet inconvénient, j'ai proposé au directeur général du pilotage et des phares d'examiner si, même sur les îlots en pleine mer, on ne pourrait pas se procurer une quantité suffisante d'eau douce, en creusant dans nos roches granitiques des puits d'une profondeur de 30^m à 50^m. En faisant cette proposition, pour laquelle j'ai eu quelque peine à trouver des partisans, je me suis fondé sur les raisonnements suivants :

» 1° Les variations de la température diurne, annuelle ou séculaire, doivent causer des glissements de la partie supérieure de la roche sur les couches inférieures, où une telle variation n'existe pas, et ces glissements doivent produire des fentes horizontales à des profondeurs à peu près constantes;

» 2° Sur l'observation que l'eau qui pénètre dans nos mines de fer n'est

jamais salée, même si ces mines sont situées sur de petits îlots en pleine mer et s'étendent à 100^m ou 200^m au-dessous de la surface.

» Après quelques hésitations on a, au printemps 1894, fait un essai à la station de pilotes de Arkô (île de l'Arche, $\varphi = 58°29'$, $\lambda = 16°58'$ E. de Greenwich).

» L'essai a été couronné d'un succès complet. A 33^m de profondeur, dont 30^m au-dessous de la surface de la mer, on a rencontré une fente horizontale dans la roche, donnant par jour environ 20000^{lit} d'eau douce, de première qualité. La quantité pourra probablement être beaucoup augmentée si l'on fait éclater de la dynamite dans les puits, à proximité de la fente. Plus tard, l'essai a été renouvelé dans six autres localités. A une profondeur de 33^m à 35^m on a toujours trouvé de l'eau douce, qui monte généralement jusqu'à 2^m ou 3^m au-dessous de la surface, quelquefois à la surface même. Ces puits sont creusés dans des roches cristallines (granite, gneiss, diorite, etc.), avec un perçoir garni de diamants, ce qui a déjà amené le public à parler des *puits de diamants* et de *l'eau de diamants*. Pour creuser les puits, il faut choisir une roche solide et dépourvue de fissures à la surface. Le trou est naturellement vertical et cylindrique; il a 65^{mm} de diamètre. La térébration est faite de manière à enlever intact le noyau central du trou. D'après les expériences faites jusqu'à présent, il paraît prouvé que dans toutes nos régions de roches cristallines on pourra se procurer une eau pure, abondante, absolument hygiénique, moyennant des dépenses relativement peu considérables.

» En dehors de la presqu'île scandinave, les mêmes conditions se reproduisent probablement dans beaucoup de régions de roches cristallines et granitiques. Un jour viendra, peut-être, où les puits de diamants seront très répandus. Il serait cependant possible que, dans les pays où les variations de la température à la surface du globe sont insignifiantes, les conditions de percement des puits de diamants fussent moins favorables.

» Quoi qu'il en soit, le fait m'a paru assez important pour qu'il soit désirable de commencer aussi, dans les pays plus chauds que la Suède, des recherches semblables à celles que nous faisons, depuis environ un an, sur les veines d'eau dans le sein des roches granitiques, recherches qui ont obtenu chez nous un tel succès.

» Il sera peut-être de quelque intérêt de savoir que je m'occupe maintenant de réunir dans notre Musée les matériaux nécessaires à l'étude des minéraux qui se forment dans les fentes de nos roches cristallines; j'ai

déjà fait sur ces minéraux d'hier plusieurs observations inattendues et intéressantes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau gisement d'urane.* Extrait d'une Lettre de M. **Nordenskiold** à M. Daubrée.

« Je n'ai point encore achevé mes recherches sur les minéraux de l'urane. Je crois avoir trouvé, cet hiver, un gisement d'urane assez important : ce sont des couches sédimentaires d'une composition charbonneuse, dont les cendres donnent 2 à 3 pour 100 d'urane. Cette substance uranifère contient en outre un peu de nickel et de terres rares et *une quantité considérable de nitrogène.* Peut-être sera-t-elle aussi une source abondante d'argon ou d'hélium. »

PHYSIQUE. — *Cristaux se formant au fond d'une solution plus lourde qu'eux.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie (¹) une explication du fait que certains corps peuvent cristalliser au sommet de solutions plus légères qu'eux; ces corps se contractent en cristallisant de leurs solutions très sursaturées, et se dilatent en se dissolvant dans des liqueurs fortement chargées d'autres substances convenablement choisies.

» Des effets inverses doivent pouvoir se produire avec les substances se dilatant notablement par cristallisation de leurs solutions très sursaturées et se contractant par dissolution dans des liqueurs très chargées d'autres substances convenablement choisies. Un corps, flottant sur une solution, viendra donc, dans certaines circonstances, cristalliser au fond du liquide, grâce à des fluctuations de la température. J'ai réalisé ces prévisions dans le cas du sulfate de soude à 10 Aq et dans celui de la glace.

» Pour le sulfate de soude, on prend une solution d'iodure de sodium, saturée de sulfate de soude et de densité un peu supérieure à celle des cristaux du sulfate à 10 Aq. Ces derniers, qui nagent sur la solution, viennent, après peu de jours, se déposer au fond du liquide, autour d'une parcelle du même sel qu'on y a fixée.

(¹) *Comptes rendus,* 11 mars 1895, p. 539.

» Pour la glace, j'ai employé une solution étendue d'ammoniaque, telle qu'un morceau de glace ne s'y accroisse, ni ne s'y fonde à $-3°,50$. On met quelques morceaux de glace flotter à la surface et un petit fragment de glace est fixé au fond. On produit alors des fluctuations de température (d'heure en heure par exemple) allant de $-3°,75$ à $-3°,25$ et ne dépassant jamais $-4°,0$ et $-3°,0$. En six à douze heures, la glace s'est transportée au fond de la liqueur, quand on opère sur environ 1^{gr} ou 2^{gr} de glace, dans un tube de 9^{cm} de hauteur et de 12^{mm} de diamètre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Paquet** adresse une Note intitulée : « Recherche du quotient $\frac{1}{\alpha}$ ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. **Ad. L'Huillier** adresse un « Projet d'appareil pour le renflouage des navires ou épaves submergées ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. **A. Lacroix** adresse une Note relative à un appareil téléphonique, le *vélophone*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **L. Daille** adresse une nouvelle Note relative à l'*Uredo viticida*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

M. **Testut** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à une place de Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

(Renvoi à la Section.)

MÉCANIQUE. — *Toute surface algébrique peut être décrite par le moyen d'un système articulé*. Note de M. G. KŒNIGS, présentée par M. Appell.

« Ce théorème, émis par Sylvester, n'a jamais reçu de démonstration rigoureuse. En voici une :

» Deux corps sont dits *articulés*, si leur mouvement relatif se réduit à une rotation autour d'un axe, fixe dans les deux corps, et appelé *axe d'articulation*. Si l'un des corps est une tige assimilable à une droite, nous supposerons toujours qu'elle coupe à angle droit l'axe d'articulation, et le point de rencontre sera dit le *point d'articulation*. Si deux tiges s'articulent entre elles, elles coupent au même point d'articulation l'axe d'articulation. Ces suppositions n'ont rien d'essentiel, mais elles simplifient les raisonnements.

» Imaginons un corps A pouvant tourner librement autour d'un axe Oz, et une tige T s'articulant en O avec ce corps, de sorte que l'axe D d'articulation soit rectangulaire avec Oz. Supposons, en outre, qu'une seconde tige T' s'articule à l'extrémité de la tige T, l'axe de cette articulation étant parallèle à l'axe D. Dans ces conditions, les tiges T, T' ne sortent pas du plan Π mené par Oz et perpendiculaire à D. Appelons θ, θ' les angles avec Oz des tiges T et T'; a, a' les longueurs des tiges T et T'. Imaginons deux autres axes Ox, Oy rectangulaires entre eux et avec Oz, et désignons par φ l'angle du plan Π avec zOx. Les coordonnées de l'extrémité M de la tige T' seront

$$x = (a\sin\theta + a'\sin\theta')\cos\varphi, \qquad y = (a\sin\theta + a'\sin\theta')\sin\varphi,$$
$$z = a\cos\theta + a'\cos\theta'.$$

» Ceci posé, si le point M doit décrire une certaine surface algébrique S, ses coordonnées x, y, z doivent vérifier une équation entière qui, par le moyen des formules précédentes, pourra acquérir la forme

$$(1) \qquad \Sigma A_{\rho,\rho',\lambda,\sigma,\mu}\sin(\rho\theta + \rho'\theta' + \lambda)\cos(\sigma\varphi + \mu) = 0.$$

» Dans cette formule, ρ, ρ', σ désignent des nombres entiers, positifs ou négatifs; λ, μ représentent une des quantités 0, π, $\frac{\pi}{2}$, $-\frac{\pi}{2}$ et enfin $A_{\rho,\rho',\lambda,\sigma,\mu}$ est un coefficient constant positif.

» Considérons d'abord les tiges T et T' dans le plan Π. Kempe a montré

qu'avec un système plan de tiges articulées dont font partie les tiges T, T', on peut arriver à guider une tige $\Delta_{\rho,\rho',\lambda}$ s'articulant en O, sur l'axe D, avec le corps A, contenue par suite constamment dans le plan Π et *faisant avec* Oz *l'angle* $\rho\theta + \rho'\theta' + \lambda$.

» Imaginons maintenant que le corps A soit muni d'un prolongement consistant en une tige Ω contenue dans le plan des xy et rectangulaire avec l'axe D. On suppose d'ailleurs que le prolongement de Ω passe au point O. La tige Ω fait avec Ox l'angle φ; elle est la trace du plan Π sur le plan des xy.

» Soit un second corps $A_{\sigma,\mu}$, capable comme le corps A de tourner librement autour de Oz et se terminant lui aussi par une tige $\Omega_{\sigma,\mu}$ issue de O dans le plan xOy. On peut relier par un système plan articulé les tiges Ω et $\Omega_{\sigma,\mu}$, de sorte que $\Omega_{\sigma,\mu}$ fasse avec Ox l'angle $\sigma\varphi + \mu$.

» Soit maintenant $D_{\sigma,\mu}$ un axe issu de O dans le plan xOy, normalement à la tige $\Omega_{\sigma,\mu}$ et lié au corps $A_{\sigma,\mu}$. Articulons avec ce corps, en O et sur l'axe $D_{\sigma,\mu}$, une tige $T(\rho, \rho', \lambda, \sigma, \mu)$ à laquelle nous donnerons la longueur $A_{\rho,\rho',\lambda,\sigma,\mu}$. On peut relier cette tige à la tige $\Delta_{\rho,\rho',\lambda}$ par un système articulé très simple qui forcera ces deux tiges à faire toujours le même angle avec Oz. Dès lors, la projection de la tige $T(\rho, \rho', \lambda, \sigma, \mu)$ sur l'axe Ox aura cette expression

$$A_{\rho,\rho',\lambda,\mu,\sigma} \sin(\rho\theta + \rho'\theta' + \lambda)\cos(\sigma\varphi + \mu),$$

et l'équation (1) exprime que la somme des projections sur Ox de toutes les tiges analogues est nulle.

» Or au moyen de systèmes articulés analogues, mais non identiques aux parallélogrammes utilisés par Kempe, on arrive à relier toutes les tiges $T_{\rho,\rho',\lambda,\sigma,\mu}$ aux côtés d'un polygone articulé en ses sommets par des points de Cardan, et dont chaque côté est équipollent à l'une des tiges $T_{\rho,\rho',\lambda,\sigma,\mu}$. En fixant l'origine du premier côté de ce polygone, l'équation (1) exprime que l'extrémité U du dernier côté décrit un plan normal à Ox.

» Or, le guidage d'un tel mouvement du point U est réalisable au moyen d'un système articulé appelé *planigraphe* construit conformément à un théorème dû à M. Darboux et qui se trouve décrit dans une Note insérée par M. Darboux et moi dans les *Comptes rendus* de 1889.

» Dès lors, ayant ainsi réalisé le mouvement plan du point U, l'équation (1) est satisfaite et le point M se meut sur la surface S considérée.

» Un appareil tel que nous venons de le définir ne pourra décrire le plus souvent qu'une calotte de la surface; mais, en modifiant l'appareil, il

n'est pas de partie de la surface qui ne puisse être décrite par ce procédé. De ce théorème on conclut évidemment le théorème analogue pour les courbes gauches.

» La méthode suivie permet d'assigner une limite supérieure du nombre des articulations qu'exige la description d'une surface ou d'une courbe donnée. Mais il est bien évident que des simplifications peuvent se produire. La prévision de ces simplifications est un problème difficile, qui n'a même pas été tenté pour le cas des courbes planes algébriques au sujet desquelles Kempe a cependant, depuis longtemps, démontré la possibilité d'une description au moyen d'un système articulé. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes de quatrième classe.* Note de M. **Georges Humbert**, présentée par M. Poincaré.

« Dans deux Notes récemment publiées aux *Comptes rendus*, j'ai fait connaître une surface du sixième ordre, S, définie analytiquement à l'aide des fonctions abéliennes de genre 3 et reliée géométriquement à la surface de Kummer : plusieurs propriétés de S conduisent à des propriétés correspondantes de la courbe plane générale de quatrième classe et de la configuration de Kummer, comme on va le montrer brièvement.

» La surface S est déterminée quand on fixe une surface de Kummer K, et un point extérieur O; elle admet O pour point triple et passe par les 12 bitangentes menées à K par ce point; elle a pour ligne double la cubique plane intersection de la première polaire et du plan polaire de O par rapport à K, cubique qui est située sur le cône des tangentes à la surface au point triple O. J'ai montré, par la théorie des fonctions abéliennes, qu'on peut tracer, sur S, 62 courbes remarquables : 32 sont des cubiques planes, situées par couples dans les 16 plans singuliers de K et dont chacune passe par les six points doubles de K contenus dans son plan; les trente autres sont des biquadratiques, passant par le point O et respectivement par huit points doubles de K. Les 62 cônes de sommet O qui ont les 62 courbes précédentes pour directrices sont d'ordre 3; un soixante-troisième cône, G, du même ordre, est celui qui a pour sommet O et pour base la cubique double de S : on définit ainsi 63 cônes cubiques qui ont une signification géométrique importante par rapport au cône de quatrième classe $\mathfrak{C}$, circonscrit à K à partir du point O. On sait, en effet, que les 28 génératrices doubles d'un cône de quatrième classe sont situées douze par douze sur 63 cônes cubiques de même sommet, qui sont, d'ail-

leurs, les cônes *cayléens* des 63 systèmes de cônes du second ordre inscrits au cône primitif : les 63 cônes définis plus haut sont précisément les cayléens de $\mathfrak{S}$.

» On obtient de cette manière une représentation géométrique synthétique qui met en évidence des propriétés des cônes cayléens. Voici des exemples :

» Soient G_1 et G_2 deux cônes de sommet O, ayant pour bases respectives deux cubiques de la surface S, situées dans un même plan singulier de K : ces cubiques ont neuf points communs, dont *six* sont les points doubles de K contenus dans leur plan et dont les *trois* autres sont évidemment sur la cubique double de S, c'est-à-dire sur le cône G. Les trois derniers points sont d'ailleurs en ligne droite, puisque la cubique double est plane. De là cette proposition, dont le premier paragraphe, indispensable à l'énoncé, ne renferme rien de nouveau :

» *Les* 28 *points doubles d'une courbe plane de quatrième classe* C *sont situés, douze par douze, sur* 63 *cubiques ; deux de ces cubiques ont en commun quatre ou six points doubles. Si deux cubiques,* γ_1 *et* γ_2*, ont en commun six points doubles de* C*, les six autres points doubles que contient chacune d'elles appartiennent à une troisième cubique,* γ :

» *Les trois cubiques* γ, γ_1, γ_2 *ont trois points communs ; ces trois points sont sur une droite,* δ.

» A une cubique fixée γ, on peut associer seize couples de cubiques telles que γ_1, γ_2, ce qui donne *seize* droites δ, jouissant de propriétés simples qu'on déduit aisément de la représentation géométrique. Ainsi :

» *Les seize droites* δ*, dérivées d'une cubique* γ*, se coupent deux à deux en* 120 *points, qui sont respectivement sur les* 120 *droites joignant deux à deux les seize points doubles de* C*, non situés sur* γ.

» *Les seize droites* δ *sont doublement tangentes à une même courbe du quatrième ordre, qui touche la courbe* C *en douze points : ces douze points sont ceux où la cubique* γ *rencontre la courbe* C*, en dehors des points doubles de celle-ci.*

» *Les seize droites* δ *peuvent, de seize manières différentes, se grouper en systèmes de six droites tangentes à une même conique : les seize coniques ainsi définies se groupent, de soixante manières, en systèmes de quatre courbes bitangentes à une même conique.*

» Comme il y a en tout 336 associations de trois cubiques telles que γ, γ_1, γ_2, le nombre total des droites δ, pour une courbe de quatrième classe, est de 336.

» On sait que les 28 points doubles de la courbe de quatrième classe C sont situés, six à six, sur 1008 coniques; il résulte aisément de ce qui précède que : *les* 1008 *coniques se répartissent en* 336 *groupes de trois, de telle sorte que les* 3 *coniques d'un groupe n'aient en commun aucun point double de* C *et se coupent en quatre mêmes points.*

» La considération d'autres groupes de cônes cayléens conduit à des propriétés d'une nature différente, dont quelques-unes pourraient d'ailleurs s'établir directement.

» Les 12 bitangentes menées de O à la surface de Kummer K se répartissent en 6 couples, les deux bitangentes d'un couple appartenant à un des 6 complexes linéaires fondamentaux. Soient a, a' et b, b' les droites de 2 couples; les plans ab et $a'b'$ déterminent une droite, de même les plans ab' et $a'b$; construction qui, par la combinaison des 6 couples 2 à 2, fournit 30 nouvelles droites, d, issues de O : *ces droites sont les tangentes en* O *aux* 30 *biquadratiques tracées sur la surface* S. La théorie des fonctions abéliennes montre que les 30 biquadratiques sont situées, 3 à 3, sur 60 surfaces cubiques, adjointes à S; les 30 droites d sont donc, 3 à 3, dans 60 plans. De plus, les 3 cônes de sommet O qui contiennent 3 biquadratiques situées sur une surface cubique adjointe, Σ, et le cône, de même sommet, qui passe par la courbe double de S, touchent chacun, suivant 6 génératrices, le cône circonscrit à la surface Σ, à partir du point O; ce dernier cône est de quatrième ordre. De là résultent les conséquences suivantes :

» *Les* 63 *cubiques, qui contiennent respectivement* 12 *points doubles d'une courbe plane de quatrième classe, se groupent, de* 945 *manières, en systèmes de* 4 *courbes, de telle sorte que* 2 *cubiques quelconques d'un même système aient en commun* 4 *points doubles, dont aucun n'appartient aux* 2 *autres cubiques du système : les* 4 *cubiques d'un de ces groupes touchent chacune, en* 6 *points situés sur une conique, une même courbe de quatrième ordre,* Q.

» Les groupes de 4 points doubles communs à 2 des cubiques d'un même système forment 6 quadrangles, dans chacun desquels un des 3 points de concours des paires de côtés opposés est déterminé : *ces* 6 *points* de concours sont les 6 sommets d'un *quadrilatère* complet, dont les côtés sont des tangentes doubles de la courbe Q.

» *Les* 28 *tangentes doubles d'une courbe plane du quatrième ordre forment* 315 *quadrilatères, tels que les* 8 *points de contact des bitangentes d'un quadrilatère soient situés sur une même conique.*

» *Les* 945 *diagonales de ces quadrilatères concourent,* 5 *à* 5, *d'après leur définition même, en* 378 *points, qui sont les points de rencontre des* 28 *bitangentes* 2 *à* 2 ; *de plus, elles concourent* 3 *à* 3 *en* 3780 *nouveaux points, dont* 12 *sont sur chaque diagonale.* »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation de l'eau.* Note de M. **Stéphane de Lannoy**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que le volume de l'eau aux diverses températures n'est connu qu'à 0°,1 près pour les températures inférieures à 50° et à 0°,2 ou même 0°,3 pour les températures supérieures.

» Eu égard à l'habileté des physiciens qui se sont occupés de la dilatation de l'eau, on pourrait croire que les difficultés expérimentales ne permettent pas d'obtenir une plus grande précision. Les résultats publiés ci-dessous, et obtenus sans apporter aux expériences des soins minutieux, prouvent cependant que, en éliminant certaines causes d'erreur faciles à faire disparaître, on pourra arriver à déterminer les volumes de l'eau à 0°,1 près pour toutes les températures.

» On a suivi pour ces déterminations la méthode dilatométrique ordinaire; les appareils sont comparés dans un bain d'eau de 35^{lit}, et les températures rapportées à l'échelle normale par un thermomètre étalon construit par Geissler et étalonné au laboratoire physico-technique de Charlottenbourg.

» Comme on n'avait pas besoin de plus de quatre décimales exactes, et qu'il fallait arriver à une certaine rapidité dans les observations, on a laissé subsister les causes d'erreur suivantes :

» Le rapport d'une division de la tige du dilatomètre au volume total est seulement de 0,00007; le volume du réservoir de 5000^{mmc} n'est connu qu'à 1^{mmc} près et le coefficient de dilatation du verre à 0,000001. On n'a pas tenu compte de la variation du zéro qui se produit toujours par suite d'une légère évaporation le long du tube dilatométrique, pas plus que de la compressibilité de l'eau ni du relèvement du dilatomètre par suite de la contraction lente du verre. Enfin, et c'est là la principale cause d'erreur, l'équilibre de température entre le bain et le dilatomètre n'est établi qu'avec une approximation de 0°,03 à 0°,08, comme on s'en assurait par un essai direct.

» Dans ces conditions, cependant, on a obtenu les nombres suivants, qui sont d'une précision supérieure à celle de plus d'un des observateurs précédents; la conclusion qui découle de là, c'est qu'il est certainement possible, en augmentant les précautions expérimentales, d'établir avec exactitude la dilatation de l'eau sans apporter de modifications sensibles aux appareils en usage aujourd'hui.

» Le premier Tableau donne les volumes de l'eau observés à un certain nombre de températures et rapportés à V_0 comme unité. Les observations ont été effectuées à diverses époques de l'année 1894 et ont porté sur divers échantillons d'eau distillée.

	Volumes.			Différence maxima entre
Températures.	Appareil I.	Appareil II.	Appareil III.	les volumes observés.
19°,78	1,00161	1,00158	1,00157	0,00004
47,60	1,01077	1,01074	1,01075	0,00003
83,94	1,03141	1,03137	1,03137	0,00004
21,96	1,00200	1,00198	»	0,00002
58,10	1,01574	1,01573	»	0,00001
70,10	1,02248	1,02242	»	0,00006
15,40	1,00072	1,00073	1,00074	0,00002
28,83	1,00375	1,00375	1,00377	0,00002
53,23	1,01327	1,01323	1,01322	0,00005
30°,64	1,00436	28°.20	1,00213	»
49,50	1,01160	36	1,00614	»
63,59	1,01864	55.28	1,01433	»
»	»	69.99	1,02231	»
»	»	72.12	1,02363	»

» Le second Tableau compare ces résultats avec ceux déduits des Tables de Rosetti; la deuxième colonne donne les volumes moyens déduits de nos observations; la troisième, les volumes calculés directement d'après la Table de Rosetti ([1]); la quatrième, les volumes de cette Table ramenés à l'échelle du thermomètre à gaz d'après les comparaisons de Chappuis : on a supposé que les thermomètres des observateurs résumés

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. X.

Ces recherches ne sont que le commencement d'un travail sur la dilatation des solutions salines dont nous aurons prochainement l'honneur de présenter les résultats à l'Académie.

par Rosetti étaient en cristal, ce qui rend maximum la différence entre ces observations et les nôtres; cette différence est inscrite dans la cinquième colonne.

Températures.	II.	III.	IV.	V.
0°	1,00000	1,00000	1,00000	0
15,40	1,00073	1,00077	1,00076	−0,00003
19,73	1,00158	1,00157	1,00155	+0,00003
21,96	1,00200	1,00203	1,00201	−0,00001
22,20	1,00213	1,00210	1,00208	+0,00005
28,63	1,00376	1,00378	1,00375	+0,00001
30,64	1,00436	1,00431	1,00428	+0,00008
36,00	1,00614	1,00618	1,00614	0
47,60	1,01075	1,01074	1,01068	+0,00009
53,23	1,01324	1,01338	1,01331	−0,00007
55,28	1,01433	1,01438	1,01431	+0,00002
58,10	1,01574	1,01581	1,01575	−0,00001
63,59	1,01864	1,01871	1,01865	−0,00001
69,99	1,02231	1,02242	1,02236	−0,00005
70,10	1,02244	1,02249	1,02243	+0,00001
72,12	1,02263	1,02375	1,02369	−0,00006
83,94	1,03138	1,03138	1,03134	+0,00004

PHYSIQUE. — *Chaleur spécifique et point d'ébullition du carbone.* Note de M. J. **Violle**, présentée par M. Mascart.

« La chaleur spécifique du carbone a été déterminée sur un morceau de graphite chauffé dans un four électrique convenablement disposé ([1]). La température de la partie utilisée du four était mesurée, soit calorimétriquement à l'aide d'un lingot de platine ou d'iridium, soit optiquement d'après l'intensité du rayonnement émis par le graphite, suivant le procédé que j'ai indiqué jadis et sur lequel je demanderai à l'Académie la permission de revenir dans une prochaine Communication.

» La quantité de chaleur nécessaire pour amener le charbon à la tem-

([1]) Le détail des expériences sera donné dans un Mémoire qui paraîtra bientôt dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

pérature normale de l'ébullition a été évaluée, ainsi que je l'ai dit précédemment, avec toutes les corrections nécessaires.

» Les résultats de ces recherches sont les suivants :

» 1° Au-dessus de 1000°, la chaleur spécifique moyenne du graphite croît linéairement avec la température suivant la formule

$$C_0^t = 0,355 + 0,000\,06\,t;$$

» 2° La chaleur cédée par 1^{gr} de graphite solide depuis sa température de volatilisation jusqu'à 0° est 2050 calories;

» 3° Par suite, la température d'ébullition du carbone est 3600°. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance électrique au contact de deux métaux.* Note de M. **Édouard Branly.**

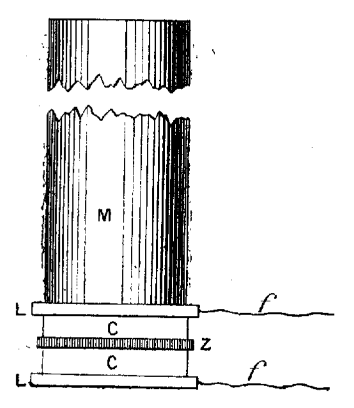
« Deux lames métalliques planes, de même métal ou de métaux différents, bien appliquées l'une sur l'autre, n'ont pas paru jusqu'ici susceptibles d'offrir une résistance appréciable à un courant électrique qui les traverse normalement; les recherches qui suivent ont pour objet de faire voir que, dans certains cas, la surface de contact de deux métaux différents oppose une résistance et que cette résistance peut être importante.

» Pour faciliter l'exposé du phénomène, je décrirai 3 expériences. Dans chacune d'elles plusieurs plaques métalliques minces, carrées, de 48^{mm} de côté, sont superposées comme dans une pile à colonnes et constituent un bloc que l'on dispose dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone. Les deux plaques extrêmes L sont des plaques de laiton auxquelles aboutissent des fils de communication f, les autres plaques appartiennent à des métaux différents. Les surfaces métalliques ont été dressées puis soigneusement nettoyées avec du papier d'émeri. Sur le laiton supérieur repose une masse cylindrique M de 6^{kg} exerçant une pression suffisante pour assurer de bons contacts.

» *Première expérience.* — Les laitons extrêmes L comprennent trois lames : une lame de zinc Z entre deux lames de cuivre rouge C.

» La résistance du bloc des cinq lames est extrêmement faible; on lui adjoint un ohm afin de pouvoir effectuer une mesure précise, les trois autres branches du pont renfermant elles-mêmes chacune un ohm. Si on laisse les lames en contact pendant plusieurs heures ou même plusieurs jours, la position de l'aiguille du galvanomètre reste

la même que lorsque l'équilibre du début a été établi et ne se déplace que de quelques divisions, alors qu'une variation d'un centième d'ohm correspondrait à un déplacement du trait lumineux d'environ 2000 divisions. La température de la salle était d'ailleurs sensiblement fixe.



» *Deuxième expérience.* — Les deux plaques de cuivre rouge sont remplacées par du bismuth et le zinc par de l'aluminium.

» Contrairement aux apparences, la résistance de ce bloc de petite longueur et de très forte section n'est pas négligeable et il n'est pas nécessaire de lui adjoindre une bobine auxiliaire comme dans la première expérience afin de rendre la méthode du pont sensible. On détermine le plus rapidement possible sur la boîte à fiches mobiles de l'une des branches une valeur supérieure et une valeur inférieure de la résistance, distantes d'un centième d'ohm. Mais on n'obtient ainsi qu'un nombre provisoire, le déplacement du trait lumineux indique en effet qu'il se produit un accroissement continu et considérable de la résistance. Cet accroissement se ralentit ensuite de plus en plus.

» Voici un exemple des résistances observées immédiatement après la formation du bloc et à plusieurs intervalles de temps consécutifs :

		Résistance.
	h m	ohm
A	9.20	0,4
	9.45	0,74
	10.00	0,83
	10.55	1,7
	2.00	3,005

» Cette résistance n'est pas assimilable à une polarisation, car le système des plaques ne donne lieu à aucune déviation quand il est mis seul en communication directe avec un galvanomètre.

» *Troisième expérience.* — Au lieu d'intercaler l'aluminium entre les deux bismuths, on superpose les deux bismuths et l'on place au-dessus l'aluminium en le séparant des bismuths par une lame de laiton.

» On doit opérer comme pour la première expérience avec une résistance auxiliaire, car la résistance de l'ensemble est dans ce cas extrêmement faible ([1]).

» *Résultats.* — Ces expériences démontrent que pour certains métaux, tels que le cuivre et le zinc, la surface de contact de deux métaux différents n'est le siège d'aucune résistance appréciable. Pour d'autres couples, tels que plomb et aluminium, plomb et fer, étain et aluminium, étain et fer, bismuth et fer, bismuth et aluminium, etc., il y a une résistance électrique de contact. Sa valeur initiale observée dépend de la nature des métaux et aussi de la rapidité avec laquelle on établit l'équilibre au pont de Wheatstone. L'équilibre qu'on obtient à un instant donné ne persiste pas, car la résistance croît, d'abord rapidement, puis plus lentement.

» Pour un couple déterminé et une pression constante, la résistance s'est montrée souvent beaucoup plus forte que dans l'exemple numérique cité plus haut : souvent aussi elle a été notablement plus petite; elle paraît dépendre de certains états des surfaces de contact que je n'ai pas encore pu préciser.

» La masse cylindrique de 6^{kg} ayant été remplacée par une autre masse de 26^{kg}, la résistance du début et les résistances consécutives ont été plus faibles; il en a été de même lorsque le bloc a été fortement serré entre les mâchoires d'un étau; mais, dans tous les cas, la résistance s'est montrée bien supérieure à celle à laquelle on aurait pu s'attendre d'après les idées admises et un accroissement progressif s'est toujours manifesté.

» Très souvent le circuit de l'élément Daniell qui produisait le courant est resté fermé et les lames n'ont pas cessé d'être traversées par le courant; plusieurs fois, cependant, le bloc venant d'être formé et l'équilibre au pont ayant été rapidement établi, le circuit a été ouvert; quand on l'a de nouveau fermé après plusieurs heures d'interruption, une augmentation s'est

---

([1]) Voici quelques variantes des dispositions expérimentales :

1° Une dizaine de lames d'aluminium ont été intercalées entre des lames de plomb, un aluminium entre deux plombs, et le tout a été chargé par une masse de 26^{kg}; une résistance notable est observée, elle croît graduellement.

Si l'ordre des lames est modifié, tous les plombs étant d'abord superposés, puis au-dessus tous les aluminiums, séparés des plombs par une lame de laiton, la résistance de l'ensemble a été alors trouvée extrêmement faible.

2° Une bande mince d'aluminium est fortement serrée, à chacune de ses extrémités, entre des lamelles de plomb ou d'étain, puis entre des lamelles d'aluminium; avec le plomb ou l'étain il y a un important accroissement de résistance : il n'a plus lieu avec les lamelles d'aluminium.

encore manifestée et elle était comparable à celle qu'on aurait eue si le circuit était resté fermé.

» Dans la plupart des essais, les lames avaient été nettoyées immédiatement avant l'expérience; le phénomène a persisté encore avec des lames nettoyées depuis quelques jours; il s'est à peine manifesté avec des lames altérées par l'air et dont l'aspect métallique avait disparu : la résistance était alors extrêmement faible.

» *Action du choc et des étincelles*. — La résistance dont il s'agit ici, résidant dans l'atmosphère de contact de deux métaux, peut être influencée par le choc ou par les étincelles.

» Pendant l'accroissement progressif qui suit la première détermination de l'équilibre, on reconnaît, par la marche du trait lumineux du galvanomètre, que la résistance subit de brusques renforcements au moment où l'on suscite des ébranlements dans le voisinage.

» Les étincelles électriques sont susceptibles de faire décroître la résistance à distance, mais l'effet est souvent très faible; on détermine sûrement une diminution importante en touchant un point du bloc avec une bouteille de Leyde très faiblement chargée. Dans le cas de l'exemple numérique cité plus haut (bismuth et aluminium), la résistance est ainsi tombée de $3^{\text{ohms}},005$ à $0^{\text{ohm}},45$. Cette diminution peut persister longtemps; on aide beaucoup par des chocs au retour de la résistance.

» Je poursuis l'étude de ce phénomène où de nombreux points restent à élucider. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode optique d'étude des courants alternatifs.* Note de M. J. Pionchon [1].

« Soit, entre le polariseur et l'analyseur d'un saccharimètre à pénombre, un solénoïde muni, suivant son axe, d'un tube de verre plein de sulfure de carbone, ou mieux d'une solution saturée d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium (liqueur de Thoulet). Si ce solénoïde est parcouru par un courant alternatif, la bissectrice de l'angle des vibrations des deux moitiés du faisceau lumineux doit évidemment, à l'émergence, passer successivement, et en accompagnant sans retard appréciable les fluctuations

(1) Travail fait au laboratoire d'Électricité industrielle de la Faculté des Sciences de Grenoble.

du courant, par toutes les positions comprises entre deux positions extrêmes qui correspondent, l'une au maximum d'intensité du courant dans un sens, l'autre au maximum d'intensité du courant en sens contraire. Mais si le courant, comme c'est le cas des courants industriels, comporte plusieurs dizaines de périodes par seconde, les divers aspects du champ lumineux correspondant aux différentes positions de la bissectrice mobile ne peuvent être distingués à simple vue, par suite de la persistance des impressions, et les deux parties du champ apparaissent, pendant comme avant le passage du courant, également éclairées.

» J'ai réussi à rendre distinctes les diverses phases d'éclairement par lesquelles passe en réalité le champ lumineux, en appliquant à son observation la méthode stroboscopique ([1]). En réglant convenablement la différence ε entre la période T' de visibilité et la période T du courant, on peut voir les diverses phases du phénomène se dérouler avec une lenteur aussi grande que l'on veut, la période du phénomène apparent étant à celle du phénomène réel dans le rapport de T' à ε.

» Ce mode d'observation constitue une nouvelle méthode d'étude des courants alternatifs.

» Et, d'abord, les changements manifestés par le champ lumineux renseignent à première vue, par la régularité ou l'irrégularité de leurs retours, sur la constance ou les variations de la durée de la période du courant, et, par leur ordre de succession, sur l'allure générale de la courbe d'intensité. On peut ainsi effectuer, en un point quelconque d'un réseau de distribution, un contrôle très délicat du régime d'un courant alternatif.

» Mais cette méthode d'observation n'est pas purement qualitative; elle se prête aussi à des mesures qui permettent d'effectuer l'étude quantitative des courants mis en jeu.

» 1. *Détermination de la fréquence.* — La période T du courant et, par suite, la fréquence se déduisent immédiatement de la durée T' des intermittences de visibilité et de la période θ des apparences observées. On a, en effet, $\theta = \frac{T'}{T'-T}T$.

» 2. *Mesure de l'intensité maxima.* — Appelons μ l'écart maximum que présente la bissectrice des vibrations émergentes par rapport à celle des

---

([1]) Deux diaphragmes parallèles, munis chacun d'une fente étroite et portés par les branches d'un diapason entretenu électriquement, constituent, pour l'application de cette méthode, la disposition à la fois la plus simple et la plus précise.

vibrations incidentes. Tant que l'alidade de l'analyseur fait, avec sa position de zéro, un angle inférieur à μ, la bissectrice des vibrations émergentes, dans son oscillation, devient deux fois par période perpendiculaire à la section principale de l'analyseur. L'uniformité d'éclairement du champ lumineux apparaît alors deux fois dans la série des aspects de ce champ constituant une période apparente. Elle n'apparaît plus qu'une fois, si l'analyseur fait, avec sa position de zéro, un angle égal à μ. Enfin, elle ne se réalise plus du tout, si l'écart de l'analyseur est supérieur à μ. Il est donc facile, d'après cela, de trouver expérimentalement l'angle μ. La grande sensibilité du saccharimètre à pénombre rend très nette la détermination de la position de l'analyseur, pour laquelle l'uniformité du champ n'apparaît plus qu'une fois par période (¹).

» La comparaison de la valeur maxima $I_{max.}$ d'un courant alternatif, ainsi obtenue, avec la valeur efficace $I_{eff.}$, donnée par un électrodynamomètre, peut servir à reconnaître si la variation de l'intensité est ou non sinusoïdale, puisque, dans le cas d'un courant sinusoïdal, on doit avoir $I_{eff.} = \frac{I_{max.}}{\sqrt{2}}$.

» 3. *Détermination de la courbe des intensités.* — Supposons l'alidade de l'analyseur écartée de sa position de zéro, d'un angle α inférieur à μ. Le pointage, sur un chronographe, des instants où apparaît l'uniformité du champ, fait connaître les instants où, dans le phénomène à longue période qui est l'objet direct de l'observation, l'intensité passe par la valeur I_α, qui donne, à la bissectrice des vibrations émergentes, l'écart α. En opérant ainsi avec diverses valeurs de α, on peut donc déterminer, pour autant de valeurs de l'intensité, les instants où elles se réalisent, ce qui permet de construire par points la courbe représentant la loi de variation de l'intensité du courant.

» Toutes ces mesures, comme, du reste, celles qui pourraient être faites par d'autres méthodes stroboscopiques, ne sont possibles, d'après le principe même de la méthode stroboscopique, que si les courants à étudier présentent, au moins pendant quelques instants, une parfaite régularité d'allure. »

(¹) L'observation stroboscopique donnant lieu à une grande perte de lumière, il est indispensable d'opérer avec un faisceau incident très intense. J'emploie, à cet effet, la lumière d'un arc électrique traversant une cuve de verre, contenant une solution concentrée de bichromate de potasse, la face de la cuve par laquelle a lieu l'émergence étant constituée par un verre dépoli.

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la photographie en couleurs naturelles, par la méthode indirecte.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Lippmann.

« La méthode indirecte de photographie en couleurs naturelles, indiquée par MM. Cros et Ducos du Hauron, n'a pas reçu jusqu'ici d'application vraiment pratique, à cause des difficultés que présentent deux points importants de cette méthode : le triage des couleurs, puis l'obtention et la superposition des monochromes.

» Nous nous sommes attachés à l'étude de ces deux points. Pour le triage des couleurs nous avons fait usage des écrans recommandés jusqu'ici, écrans orangé, vert et violet, puis nous avons préparé trois séries de plaques photographiques présentant respectivement un maximum de sensibilité pour les rayons que les écrans laissaient passer.

» Le tirage et la superposition des monochromes ont été réalisés grâce à l'emploi d'un procédé photographique aux mucilages bichromatés, sans transfert, basé sur la remarque suivante : la colle forte, soluble à froid, bichromatée, qui ne donne pas d'images photographiques avec leurs demi-teintes lorsqu'elle est employée seule, acquiert cette propriété lorsqu'on l'additionne de substances insolubles dans de certaines conditions.

» Si l'on ajoute, par exemple, à une solution de colle forte à 10 pour 100, 5 pour 100 de bichromate d'ammoniaque, et de 5 à 10 pour 100 de bromure d'argent émulsionné, et que l'on étende cette préparation, en couche mince, sur une lame de verre, on obtient une surface sensible que l'on expose à la lumière sous le négatif à reproduire. Lorsque l'exposition est suffisante, on lave la plaque à l'eau froide et l'on a ainsi une image à peine visible, formée par le mucilage insolubilisé, image que l'on peut colorer avec des teintures convenables.

» On se débarrasse ensuite du bromure d'argent par un dissolvant approprié, l'hyposulfite de soude par exemple.

» Ce procédé donne, avec la plus grande facilité, des épreuves de toutes couleurs avec toutes les gradations de teintes du négatif.

» Le bromure d'argent peut être remplacé par d'autres précipités insolubles.

» Avec un tel procédé, il est facile d'obtenir des épreuves polychromes, en utilisant le principe de la méthode de MM. Cros et Ducos du Hauron. On procède à l'obtention successive, sur une même plaque, de trois images monochromes rouge, jaune et bleue, provenant des trois négatifs corres-

pondants, en ayant soin d'isoler chaque image de la précédente par une couche imperméable, de collodion par exemple.

» Cette méthode permet, par l'emploi de teintures plus ou moins concentrées ou par simple décoloration à l'eau, de varier l'intensité relative des monochromes; de modifier, au besoin, l'effet des trois premières couches par l'addition d'une quatrième, d'une cinquième et même davantage; elle rend, en outre, le repérage très facile, et assure la possibilité de reporter sur papier l'ensemble de ces impressions.

» Les premiers spécimens de photographies en couleurs ainsi obtenus, spécimens qui accompagnent cette Note, montrent tout le parti pratique que l'on pourra maintenant tirer d'une méthode depuis si longtemps négligée. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Rotation moléculaire et déviation moléculaire.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« A la suite de la Note récente de M. Aignan [1], je crois devoir faire remarquer que je n'ai pas proposé de substituer à la rotation spécifique de Biot la *déviation moléculaire*, constante qui me paraît avoir un certain intérêt en vue du but spécial que je poursuis. Je me suis borné jusqu'à présent à comparer aux valeurs numériques du produit d'asymétrie, non seulement la rotation spécifique ou la rotation moléculaire, mais encore la déviation moléculaire. C'est aussi ce qu'ont fait les savants qui ont cru devoir me suivre dans cette voie. A l'exception des craintes exprimées par M. Aignan, il n'a donc jamais été question d'abandonner la rotation spécifique de Biot, qui, malgré ses imperfections, est toujours la constante la plus commode pour calculer des observations polarimétriques.

» D'autre part, bien que l'on doive à M. Aignan de très intéressantes observations, il résulte de l'ensemble des travaux de ces dernières années que la relation $[\alpha] = \text{const.}$ n'est qu'approchée; elle ne se vérifie presque jamais d'une façon rigoureuse. En ce qui me concerne, j'ai examiné, ou

---

[1] Aignan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 723. Voici la conclusion de cette Note : « Il n'y a pas lieu de substituer à l'expression du pouvoir rotatoire spécifique de Biot l'expression nouvelle et inexacte de la déviation moléculaire, qui, depuis la Note de M. Guye, a été adoptée, dans la rédaction de leurs Mémoires, par plusieurs savants en France et à l'étranger. »

fait examiner dans mon laboratoire, un grand nombre de corps actifs, et je n'en ai trouvé aucun qui satisfasse exactement à la relation de Biot. Sans exception, nous avons toujours trouvé jusqu'à présent que la quantité $[\alpha]$ dépend : 1° de la température, 2° du dissolvant, 3° de la concentration. Si dans quelques cas les écarts sont peu considérables, je le reconnais, ils dépassent cependant presque toujours les erreurs d'expérience.

» Toute la discussion qui conduit M. Aignan à déclarer inexacte la formule de la déviation moléculaire est basée sur la relation $[\alpha] = \text{const.}$ On comprendra, par ce qui précède, que je me dispense de revenir sur ce point qui sera plus facile à élucider lorsque des données expérimentales auront été réunies en nombre suffisant. Je me permets seulement de faire remarquer qu'il y a deux manières de concevoir la déviation moyenne due à l'action d'une molécule active :

» La *rotation moléculaire*, constante proposée successivement par MM. Wilhelmy (1), Hoppe-Seyler (2), Krecke (3), Landolt (4) et Aignan (5), qui suppose tous les liquides ramenés à un même volume contenant le même nombre de molécules, et examinés au polarimètre sous une même épaisseur;

» 2° La *déviation moléculaire* d'après laquelle, tenant compte du fait expérimental que la déviation polarimétrique ne dépend pas de la section, mais seulement de la longueur du milieu actif, on suppose tous les liquides actifs examinés au polarimètre sous des épaisseurs telles que le rayon polarisé rencontre toujours sur son parcours le même nombre de molécules actives dans le sens de la longueur du milieu actif.

» Aucune de ces deux expressions ne donne, sous sa forme actuelle, une valeur indépendante des conditions dans lesquelles la mesure polarimétrique est effectuée; il y a pour l'une et l'autre un terme correctif à chercher. Des expériences sur ce sujet sont entreprises dans mon laboratoire. J'en attendrai les résultats pour reprendre, s'il y a lieu, la suite de cette discussion (6). »

---

(1) Wilhelmy, *Pogg. Ann.*, t. LXXXI, p. 527.
(2) Hoppe-Seyler, *Journ. f. prakt. Chem.*, 1re série, t. LXXXIX, p. 273.
(3) Krecke, *Journ. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. V, p. 6.
(4) Landolt, *Drehungsvermögen*, etc.; 1879, p. 88.
(5) Aignan, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série; 1894; voir *Comptes rendus* (*loc. cit.*).
(6) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide quinone-di-o-aminobenzoïque*. Note de MM. **J. Ville** et **Ch. Astre**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (¹), nous avons montré que l'acide *o*-aminobenzoïque agit sur la benzoquinone à la façon des amines primaires à fonctions simples et nous avons décrit deux composés, l'un, l'*acide quinone-di-o-aminobenzoïque*, dérivant de la quinone par le remplacement de 2H par deux groupes $AzH.C^6H^4.CO^2H$, l'autre renfermant en plus un radical bivalent $Az.C^6H^4.CO^2H$, substitué à un oxygène quinonique. Cette Note a pour objet l'étude de quelques dérivés de al'cide quinone-di-*o*-aminobenzoïque.

» *Dérivé potassique :* $C^6H^2O^2(AzH.C^6H^4.CO^2K)^2, 2H^2O$. — L'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque se dissout facilement dans une solution étendue de potasse en donnant une liqueur fortement colorée en rouge brun. Cette solution s'altère à l'air; un courant de gaz carbonique en sépare la majeure partie de l'acide quinonique sous la forme d'un précipité amorphe. Additionnée d'environ dix fois son volume d'éther alcoolique (1 partie alcool absolu, 1P,5 éther), elle donne un abondant précipité formé de fines aiguilles, lesquelles, recueillies sur un filtre, lavées à l'éther alcoolique et séchées dans le vide sec, renferment deux molécules d'eau de cristallisation qu'elles perdent à 100°-105° (H^2O : trouvé en centièmes 6,94; théorie 7,34).

» Ce dérivé potassique est sans action réductrice sur l'azotate d'argent et la liqueur de Fehling.

» *Dérivé chloro-benzoylé :* $(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2.C^6HCl\begin{array}{l}\diagup OC^7H^5O\\ \diagdown OC^7H^5O\end{array}$. — Corps d'aspect terreux, de couleur jaune d'ocre, insoluble dans l'eau et la ligroïne, très faiblement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme; obtenu en chauffant, dans un appareil à reflux, l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque avec du chlorure de benzoyle. La réaction s'accompagne d'un abondant dégagement d'acide chlorhydrique.

» Chauffé avec de l'acide sulfurique étendu entre 115° et 120°, ce corps donne de l'acide benzoïque, qui est entraîné par la vapeur d'eau et se dépose sous la forme de lames nacrées, fusibles à 120°.

» Le résidu de la calcination de ce corps avec un excès de chaux vive exempte de chlore, dissous dans de l'acide nitrique étendu, donne, par addition de nitrate argentique, un précipité de chlorure d'argent.

» Ces faits s'accordent avec l'analyse du dérivé chloro-benzoylé pour montrer que l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque se comporte, vis-à-vis du chlorure de benzoyle,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 684.

à la façon des quinones à fonction simple, et qu'il se transforme en dérivé dibenzoylé du composé hydroquinonique monochloré correspondant, d'après l'expression suivante :

$$(AzH.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2 + 2C^7H^5OCl = HCl + (AzH.C^6H^4.CO^2H)^2C^6HCl\begin{matrix}\diagup OC^7H^5O\\ \diagdown OC^7H^5O\end{matrix}$$

» *Dérivé nitrosé :* $(AzAzO.C^6H^4.CO^2H)^2C^6H^2O^2, H^2O$. — On l'obtient en traitant, par son poids de nitrite de sodium, l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque mis en suspension dans soixante fois environ son volume d'un mélange de 2 parties d'acide acétique cristallisable pour 1 partie d'acide nitrique.

» Le composé quinonique n'est pas attaqué par ce mélange acéto-nitrique, à la température de 30° à 40°; la liqueur reste incolore. Mais dès qu'intervient le nitrite de sodium, ajouté par petites portions, le liquide se colore immédiatement en rouge foncé. La réaction commence vers 30°; on chauffe à 40° jusqu'à dissolution complète du produit. Après refroidissement la liqueur, additionnée d'eau, donne un précipité rouge foncé, lequel est recueilli sur un filtre, lavé à l'eau et séché dans le vide sec. Il renferme une molécule d'eau qu'il perd à 105° (H^2O; trouvé en centièmes 3,50; théorie 3,96). Ce corps est insoluble dans la ligroïne, presque insoluble dans l'eau et le benzène, assez soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Chauffé au bain métallique, il se boursoufle vers 180°, donne des vapeurs rouges vers 210° et noircit ensuite en devenant pâteux.

» *Action des réducteurs.* — Les réducteurs semblent transformer l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque en son dérivé hydroquinonique, mais l'instabilité de ce dérivé, son oxydation rapide au contact de l'air ne permettent pas de le séparer. C'est ainsi que la solution potassique de l'acide quinonique, colorée en un rouge brun intense, se décolore par le zinc et la potasse à chaud, mais reprend très rapidement sa coloration au contact de l'air en régénérant le corps primitif.

» Le liquide décoloré et bouillant, recueilli directement par filtration dans la liqueur de Fehling, détermine immédiatement sa réduction avec formation d'un abondant précipité rouge. Dans les mêmes conditions, l'azotate d'argent ammoniacal donne, après quelques instants, un miroir d'argent métallique, en dehors du précipité d'oxyde provoqué par la potasse du liquide décoloré.

» En résumé, l'action des réducteurs et du chlorure de benzoyle sur l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque décèle dans ce composé la persistance de la fonction quinone. D'autre part, les recherches de Knapp sur les quinones chlorées ([1]) ont également montré que les produits obtenus avec les amines primaires doivent être considérés comme dérivant des quinones par la substitution de deux groupes $(AzHR')'$ à 2H.

» La constitution de l'acide quinone-di-*o*-aminobenzoïque, que nous avons obtenu en traitant la benzoquinone par l'acide *o*-aminobenzoïque,

---

([1]) *D. Ch. Gesel.*, t. XIV, p. 1233.

peut donc être exprimée par la formule

$$\begin{array}{l} AzH.C^6H^4.CO^2H \\ | \\ C^6H^2O^2 \qquad . \text{»} \\ | \\ AzH.C^6H^4.CO^2H \end{array}$$

ANATOMIE ANIMALE. — *Remarques sur le nerf intermédiaire de Wrisberg.* Note de M. A. **Cannieu**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le nerf intermédiaire de Wrisberg a de tout temps donné lieu à des interprétations les plus contradictoires. Les uns en font un nerf moteur, les autres un nerf sensitif. On l'a tour à tour rattaché aux cordons postérieurs de la moelle; on l'a fait aboutir aux noyaux du facial ou à ceux de l'acoustique. En 1878, Mathias Duval put le suivre jusqu'à son véritable noyau : il vit les fibres intra-bulbaires de ce nerf abandonner celles de l'acoustique et se diriger vers le noyau sensitif du glosso-pharyngien; il en fit donc un rameau aberrant de ce dernier nerf. Au cours de nos recherches sur l'oreille interne, nous avons observé un certain nombre de faits qui viennent à l'appui de cette dernière interprétation.

» Nos premières observations ont trait aux rongeurs et plus spécialement à la souris. Ces animaux sont généralement considérés comme ne possédant pas d'intermédiaire de Wrisberg.

» Chez la souris, on voit que l'acoustique se développe, ainsi que l'ont démontré Marshall et His, aux dépens d'une sorte de crête située à droite ou à gauche du tube médullaire. Cette partie de la crête latérale est constituée primitivement par des cellules arrondies, qui ne tardent pas à émettre des prolongements, les uns internes et les autres externes ou périphériques. Les premiers entrent bientôt en contact avec le bulbe. Quant aux prolongements externes ou périphériques ils se partagent en deux faisceaux de volume inégal. Le plus gros se rend aux cellules de l'épithélium acoustique; le plus petit se mêle aux fibres motrices du facial, qui traverse, à ce stade, le ganglion du nerf auditif.

» Ces observations viennent confirmer les résultats des recherches de His. Pour lui, les trois ganglions de Corti, de Scarpa et géniculé ne forment qu'une seule masse ganglionnaire chez l'embryon de l'homme; ces masses se différencient en trois ganglions dans le cours du développement. Nous ne saurions toutefois admettre avec His que le facial se développe aux dépens des cellules de la crête latérale dont nous venons de parler; nos observations nous permettent, au contraire, d'affirmer que les fibres motrices de ce nerf tirent leur origine des cellules motrices de ses noyaux. En cela il ressemble à tous les autres nerfs moteurs de l'axe cérébro-spinal, et ne constitue pas

une exception, ainsi que le prétendait le professeur His. Mais le fait qu'à un certain moment, chez l'homme, les fibres du facial sont intimement unies à celles de l'acoustique explique son erreur.

» Chez la souris adulte, le facial est toujours uni à l'acoustique, mais seulement par sa partie antérieure et inférieure. Ces deux nerfs offrent déjà une tendance à la séparation, qui est complète chez les mammifères supérieurs. La masse ganglionnaire primitivement unique s'est divisée également en deux portions. Une portion externe, contenue dans l'aqueduc de Fallope, et une portion interne et antérieure, séparée en deux amas distincts, le ganglion de Scarpa et de Corti.

» Toutefois, la séparation n'est pas complète non plus entre le ganglion géniculé et celui de Scarpa, car ils sont réunis par une triple rangée de cellules ganglionnaires. De plus, les fibrilles nerveuses provenant des cellules qui constituent le ganglion géniculé abandonnent le facial au niveau de son point d'union avec l'acoustique, s'accolent à la racine de ce dernier nerf et pénètrent avec elle dans l'intérieur du bulbe.

» Si on les suit dans leur trajet intra-bulbaire, on les voit occuper la partie postérieure du faisceau de l'acoustique et ne point s'arrêter comme les fibres de ce nerf au niveau des noyaux de l'auditif. Elles continuent leur trajet en arrière et en dedans, pour se perdre au milieu d'un amas de cellules nerveuses qui ne seraient que la partie antérieure du noyau du glosso-pharyngien.

» D'après mes recherches, l'intermédiaire existerait donc chez les rongeurs. Si son existence a été niée, cela est dû à ce que les fibres restent unies à l'acoustique dans le trajet intra-crânien de ce nerf, et ne constitue pas un faisceau autonome compris entre ce nerf et le facial comme chez les mammifères supérieurs. Chez ces derniers, cette disposition bien connue provient de l'éloignement du facial de l'acoustique, dans le cours du développement ontogénique. Dans cette migration, il entraîne non seulement une partie des cellules ganglionnaires, ganglion géniculé, mais encore les fibres qui en partent. Ce sont ces dernières qui constituent un petit faisceau autonome : l'intermédiaire de Wrisberg.

» Des faits d'une autre nature, mais nous conduisant aux mêmes conclusions, ont également été observés par nous au cours de nos études embryologiques sur le nerf auditif des poissons osseux. Nos observations ont porté sur la truite des lacs, la truite commune, le saumon proprement dit et le saumon de fontaine.

» Chez ces poissons, on voit également que le nerf auditif se développe aux dépens d'un amas de cellules nerveuses situées de chaque côté du tube médullaire, et n'ayant primitivement aucun rapport avec le tube neural. De ces cellules partent bientôt deux prolongements protoplasmiques, dont l'un se rend vers le bulbe et l'autre aux vésicules acoustiques.

» Cependant, à la partie postérieure de cet amas ganglionnaire, il y a un groupe de cellules, ayant absolument la même forme et les mêmes dimensions que les autres, qui

débordent en arrière les sacs auditifs. Ces cellules font partie intégrante du ganglion de l'acoustique. Leurs prolongements périphériques ne se rendent pas cependant à l'épithélium auditif ; ils se dirigent au contraire en bas, en dehors et en arrière, et ils se réunissent bientôt en un petit faisceau qui traverse la paroi du crâne et va se perdre dans les fibres efférentes du ganglion du nerf vague. On sait que le nerf vague représente, chez les poissons, le glosso-pharyngien et le pneumogastrique réunis.

» Quant aux fibres centrales de ces cellules, elles accompagnent les racines de l'acoustique, les suivent pendant une partie de leur trajet intra-bulbaire, les abandonnent bientôt et paraissent se diriger en arrière vers le noyau sensitif du nerf vague, à l'endroit où se rendent les fibrilles constituant le faisceau qu'on considère comme l'homologue du glosso-pharyngien.

» Ainsi, chez les poissons osseux, comme chez l'homme, les carnassiers, les rongeurs, on trouve un certain nombre de cellules dont les fibrilles vont se terminer dans le champ de distribution du glosso-pharyngien d'une part, et de l'autre se dirigent vers les noyaux centraux de ce même nerf. Chez les mammifères, elles suivent le facial pour aller dans la langue. Chez les poissons osseux que nous avons observés, cet organe n'existant pas, elles reviennent en arrière et vont rejoindre le glosso-pharyngien.

» En d'autres termes, le groupe de cellules qui, chez les animaux supérieurs, constitue le ganglion géniculé existe chez les poissons osseux. Mais ici ces cellules restent unies à celles qui forment le ganglion de l'acoustique. Leurs prolongements réunis en faisceaux doivent être considérés comme les homologues de l'intermédiaire de Wrisberg, et comme un rameau aberrant du glosso-pharyngien, puisque ceux qui vont au bulbe se rendent au noyau de ce dernier nerf et ceux de la périphérie vont le rejoindre en dehors du crâne. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le pouvoir absorbant de la vessie chez l'homme.* Note de MM. **A. Pousson** et **C. Sigalas**, présentée par M. Guyon.

« Il est généralement admis aujourd'hui que la vessie est imperméable à l'égard des substances médicamenteuses et toxiques introduites dans sa cavité, tant que son épithélium est intact, mais qu'elle laisse pénétrer ces substances dans le courant circulatoire lorsque son épithélium est altéré.

» Cependant, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 27 novembre 1893, M. Bazy, à la suite d'une série d'expériences faites sur les animaux, a conclu au pouvoir absorbant de la vessie saine.

» Plus récemment, dans la séance du 18 juin 1894, MM. Boyer et Gui-

nard, après avoir expérimenté également sur des animaux, sont arrivés à une conclusion diamétralement opposée.

» Dans le but d'apporter un nouvel élément à la solution de ce problème de Physiologie, nous avons songé à expérimenter directement sur l'homme en injectant dans la vessie une solution d'un sel de lithium, dont les moindres traces dans le sang et la salive peuvent être facilement et sûrement révélées par l'analyse spectrale. Voici comment nous avons procédé :

» Le sujet en expérience étant couché, nous avons introduit dans sa vessie une sonde en gomme souple, enduite de vaseline, en prenant soin que l'œil de la sonde ne dépasse que de quelques millimètres l'embouchure de l'urètre afin que l'épithélium ne fût pas altéré par le contact de la sonde elle-même. L'urine étant évacuée, nous avons injecté une solution aqueuse de bromure de lithium, dont le titre a varié de 3 à 4 pour 100, en quantité insuffisante pour mettre la vessie sous tension (100^{cc} à 140^{cc}). La sonde bouchée a été laissée en place et le malade a conservé l'immobilité jusqu'à la fin de l'expérience, dont la durée a été de une à deux heures. Pendant tout ce temps, nous avons recueilli la salive, dont la sécrétion abondante était provoquée en faisant mâcher au patient un morceau de caoutchouc; enfin, nous avons retiré par piqûre à la pulpe des doigts 2^{cc} à 3^{cc} de sang.

» Les deux liquides ont été additionnés d'acide azotique, puis calcinés dans une capsule en platine, et le résidu traité par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, afin d'y rechercher, dans les meilleures conditions possibles, la raie caractéristique du lithium ($\lambda = 0^{\mu},671$).

» Nos expériences ont porté successivement sur quatre sujets : les trois premiers avaient la vessie saine; le quatrième était atteint de cystite.

» Expériences I et II. — *Vessie saine.* — 100^{cc} de solution sont injectés et séjournent dans la vessie une heure trente minutes. Les sujets *ne ressentent à aucun moment l'envie d'uriner*. L'analyse spectrale du sang et de la salive, pratiquée comme il vient d'être dit, ne révèle aucune trace de lithium.

» Expérience III. — *Vessie saine.* — 100^{cc} sont injectés et laissés dans la vessie pendant deux heures. Pendant la dernière demi-heure, le sujet *éprouve un besoin intense d'uriner*. L'analyse révèle, dans la salive et dans le sang, la présence du lithium.

» Expérience IV. — *Vessie malade* (*cystite*). — Une heure après l'injection de 100^{cc} de solution lithinée, l'analyse au spectroscope du sang et de la salive révèle très nettement la présence du lithium.

» On peut conclure, des expériences I et II, que l'*épithélium vésical sain est imperméable;* et des expériences III et IV, que l'*absorption a lieu :* (*a*) lorsque le sujet, quoique ayant la vessie saine, *éprouve le besoin d'uriner*, l'urine baignant alors la portion prostatique de l'urètre; (*b*) lorsque l'*épithélium vésical est altéré*.

» Ces expériences montrent aussi combien l'homme est un réactif mieux approprié que les animaux pour obtenir des résultats certains, destinés à établir ou à combattre le principe du pouvoir absorbant de la vessie. »

ZOOLOGIE. — *Du siège de la coloration chez les Huîtres brunes.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. Ad. Chatin.

« Dans une précédente série de recherches ([1]), j'ai fait connaître le siège de la coloration chez les Huîtres vertes, montrant qu'elle réside essentiellement dans des cellules spéciales, les *macroblastes*, qui se trouvent surtout dans la région apicillaire des papilles branchiales.

» Le *verdissement* ne représente pas le seul mode de chromatisme que puisse offrir l'Huître; souvent elle subit un *brunissement* fréquent chez les animaux qui ont été parqués durant un temps suffisamment prolongé. Aux Sables d'Olonne, le fait est facile à constater.

» Aussi était-il intéressant de déterminer le siège histique du brunissement, de rechercher dans les Huîtres ainsi colorées la présence des macroblastes, d'établir le rôle de ces éléments, enfin de suivre dans ses diverses phases le processus général du phénomène. Tels sont les points que je vais successivement examiner, en résumant le résultat de mes observations récentes.

» I. Pour le brunissement, comme pour le verdissement, la coloration siège presque exclusivement dans les branchies. De toutes les parties du corps, ce sont celles où elle se manifeste avec le plus de fréquence et d'intensité. Il est aisé de s'en convaincre à l'œil nu; le microscope confirme et précise cette localisation; son emploi comporte toutefois ici quelque méthode. On ne saurait effectivement se borner à racler les branchies, ou à pratiquer l'abrasion d'un lambeau de tissu branchial, pour procéder ensuite à l'examen par compression. De telles préparations ne sauraient fournir aucune indication sérieuse sur le siège de la coloration; elles montrent confusément tous les tissus teintés en brun et ne peuvent suggérer que des appréciations erronées. C'est ainsi qu'on avait été conduit à assigner au verdissement les localisations les plus dissemblables; de pareilles divergences ne manqueraient pas de se produire à l'égard du brunissement. Il faut donc, de toute nécessité, suivre une technique appropriée et varier les méthodes d'investigation.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 6 février 1893.

» Après avoir usé des nombreux réactifs isolants dont nous disposons aujourd'hui, j'ai constaté que c'est toujours l'alcool au tiers de Ranvier qui donne les meilleurs résultats. En y faisant macérer durant vingt-quatre heures la branchie divisée en petits tronçons, on obtient des préparations dans lesquelles les éléments épithéliaux se trouvent dissociés sans avoir subi aucune altération. Parmi ces cellules, il en est qui tranchent doublement sur leurs voisines : par leur coloration en brun noirâtre et par leurs dimensions; ces caractères permettent d'y reconnaître des macroblastes analogues à ceux des Huîtres vertes.

» II. Mais pour que leur identité se trouve rigoureusement établie, pour qu'on soit en droit d'affirmer que ce sont bien, dans les deux cas, les mêmes cellules qui deviennent les éléments essentiels du chromatisme, il importe de déterminer leur situation et de les différencier nettement des autres éléments branchiaux.

» Cette démonstration complémentaire est indispensable : la macération dans l'alcool au tiers et l'observation par dissociation ne sauraient suffire; elles exposeraient sensiblement aux mêmes causes d'erreur que l'examen par abrasion et compression ; elles justifieraient les mêmes critiques.

» Maintenant doit intervenir la méthode des coupes. Ainsi que je le rappelais précédemment, rien n'est plus difficile que d'obtenir, dans les branchies des Ostréides, une coupe qui soit également satisfaisante en ses différents points. Pour y réussir, je ne puis que recommander la technique dont j'ai fait antérieurement l'application à l'étude des Huîtres vertes : traitement par l'acide osmique à $\frac{1}{500}$, durcissement à l'alcool absolu, coloration à la safranine.

» Sur des coupes ainsi effectuées, les macroblastes se distinguent nettement par leur forme arrondie, leur contenu granuleux et sombre, leur diamètre, leur répartition à la périphérie et au sommet des papilles branchiales. Photographiées, ces préparations donnent des épreuves aussi démonstratives que celles dont j'ai placé une série sous les yeux de l'Académie, lors de ma Communication relative aux Huîtres vertes.

» III. En combinant les résultats fournis par la méthode de dissociation et par la méthode des coupes, on acquiert donc la certitude que le brunissement se localise principalement dans les macroblastes. Reste à décrire le processus du phénomène.

» Quand on observe une Huître sur laquelle il commence à se manifester, on y trouve la plupart des macroblastes encore incolores, à l'état d'indifférence chromatique, si je puis m'exprimer ainsi. Nul état ne se prête

mieux à l'examen du macroblaste considéré en lui-même : son protoplasma semble diaphane et homogène ([1]); le noyau, très apparent, est volumineux et sphéroïdal; la formation nucléinienne s'y présente comme une petite masse, tantôt réticulée, tantôt framboisée.

» Peu à peu, l'aspect se modifie : d'abord à la périphérie de la cellule, puis dans sa zone périnucléaire; des granulations deviennent visibles, même sous un faible grossissement $\left(\frac{\text{oc. 2}}{\text{obj. 3}}\text{ Vérick}\right)$. Ces granules peuvent paraître incolores; mais, en atténuant l'éclairage ou en faisant agir l'acide acétique, on constate qu'ils renferment déjà du pigment.

» Celui-ci s'affirme rapidement dans les granulations qui se multiplient et s'accroissent; elles masquent le noyau qui devient difficilement visible. On retrouve ici les divers états que j'ai décrits chez les Huîtres vertes.

» A un stade plus avancé, la pigmentation envahit tout le corps cellulaire qui semble ne plus figurer qu'une sphérule de pigment brun noirâtre. Sans vouloir anticiper sur l'étude particulière du macroblaste, je puis actuellement préciser le lieu de cette pigmentation : elle s'accomplit dans le paraplasma, provoquant une distension du réseau hyaloplasmique, rendant dès lors plus faciles la rupture du macroblaste et la diffusion de son contenu dans les tissus branchiaux. Voilà pourquoi j'insistais sur les dangers de l'examen par abrasion et compression : en opérant ainsi, on s'expose fatalement à l'irruption du pigment dans l'épithélium, le tissu conjonctif, etc., d'où les plus graves méprises.

» En résumé, on voit quel rôle incombe aux macroblastes : c'est par leur activité propre, au sein de leur protoplasma, que se succèdent les diverses phases du brunissement; une intime parenté histique et fonctionnelle s'affirme donc entre ce phénomène et celui du verdissement. Cette conclusion se trouve pleinement d'accord avec mes recherches antérieures, comme avec les faits observés l'an dernier par MM. Bornet et A. Chatin dans les parcs des Sables-d'Olonne où le verdissement s'est brusquement manifesté là où les ostréiculteurs ne constataient ordinairement d'autre coloration que celle du brunissement. Il devient dès lors vraisemblable que ce sont les conditions ambiantes qui, se modifiant, impriment à la pigmentation une modalité nouvelle et peut-être corrélative de la présence d'une Diatomée spéciale, etc. Je me borne d'ailleurs à indi-

---

([1]) Je reviendrai ultérieurement sur sa structure intime dont l'exposé ne peut trouver place dans cette Note.

quer ce côté de la question; je ne saurais en aborder l'examen sans sortir du cadre de mes recherches, qui doivent rester exclusivement histologiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la présence d'une diastase dans les vins cassés.* Note de M. G. **Gouirand**, présentée par M. Schlœsing.

« Il arrive fréquemment que les vins, clairs et limpides dans le tonneau, se troublent au contact de l'air. La matière colorante perd sa couleur brillante, se coagule et se précipite, tandis que le liquide prend une teinte rancio de plus en plus accusée et peut même se décolorer presque entièrement. On dit que le vin se *casse*. Cette altération est encore peu connue. M. Armand Gautier l'attribue à l'action d'un filament assez analogue à celui de la tourne; M. Bouffard, au contraire, croit plutôt à une action purement chimique de l'air sur la matière colorante. Le chauffage du vin prévient la casse; la filtration à travers une bougie de porcelaine est sans action sur cette maladie.

» J'ai eu tout récemment, à la station viticole de Cognac, l'occasion de l'étudier sur des vins d'Aramon du Midi (récolte 1893), qui se cassaient au contact de l'air. Ajoutés à d'autres vins sains, ils ne les troublent pas immédiatement; mais si, après les avoir filtrés à travers une bougie Chamberland, on les traite par l'alcool, on obtient un précipité floconneux qui, ajouté en quantité suffisante à des vins sains stérilisés, les *casse* en peu de temps d'une manière très nette.

» Il en résulte que la casse est due, non pas à l'action immédiate des bactéries, non plus qu'à celle de l'air sur la matière colorante, mais à l'action d'un principe actif qui existe dans les vins qui se cassent. Les expériences suivantes montrent que ce principe appartient au groupe des diastases. Toutes ces expériences ont été faites avec les précautions d'asepsie les plus rigoureuses : d'ailleurs, les vins cassés artificiellement n'ont montré au microscope aucun organisme vivant. Elles ont porté sur des vins sains du Midi (récolte 1894) purs ou étendus de leur volume d'eau, et préalablement stérilisés soit à 90°, soit à 120°.

» Six échantillons de ces vins sains ont reçu de la diastase extraite de vins cassés; aussitôt après le traitement, ils étaient aussi limpides que les témoins; la diastase s'y dissout très bien; mais, au bout d'un temps variable de douze à soixante-douze heures, tous les six se sont cassés. Les échantillons, traités de la même manière, puis chauffés à 80°, sont restés indéfiniment limpides. Le chauffage à 60° a donné des résultats va-

riables : ce n'est que dans quelques cas qu'il a empêché la casse, mais il l'a toujours sensiblement retardée. Ces différences paraissent tenir soit à la quantité de diastase ajoutée, qu'il est bien difficile de doser, soit à l'acidité du vin traité. Le chauffage à 50° n'a ni empêché, ni retardé la précipitation de la matière colorante. Enfin les témoins ont toujours conservé une limpidité parfaite.

» La diastase des vins cassés n'agit pas uniquement sur les vins rouges; ajoutée en quantité suffisante à des vins blancs stérilisés par la chaleur, elle en provoque le jaunissement rapide et très accentué, tandis que les vins blancs traités puis chauffés restent incolores, de même que les témoins. Il est probable que la cause du jaunissement des vins blancs, qui est si fréquent dans certaines régions, est de même nature que celle qui occasionne la casse des vins rouges.

» Cette diastase ne paraît pas exister, même en petite quantité, dans les vins qui restent limpides à l'air.

» Des vins sains ont été traités par l'alcool comme les vins cassés; le dépôt floconneux obtenu a été ajouté, même à dose élevée, aux mêmes vins sains qui ont servi aux essais précédents; ni dans les vins rouges ni dans les vins blancs, aucun trouble ne s'est produit. Du moût stérilisé a été mis en fermentation avec de la levure pure, retirée d'un vin cassé du Midi; le dépôt, obtenu par le traitement de ce liquide par l'alcool, a été sans action sur la matière colorante des vins sains. Même résultat négatif avec l'extrait d'un vin de la Gironde *tourné* authentique, âgé de 10 ans.

» Il résulte donc de ces expériences que les modifications que subit la matière colorante dans les vins rouges cassés, et sans doute aussi dans les vins blancs qui jaunissent, ne sont pas, contrairement à ce qui a été dit, un fait d'ordre purement chimique. Elles sont la conséquence de l'action d'une diastase spéciale, dont le rôle explique l'efficacité du chauffage comme traitement préventif de la casse.

» Les vins cassés, rouges ou blancs, contiennent, sinon dans la partie limpide, du moins dans le dépôt, des bactéries diverses. Peuvent-elles sécréter, soit dans la cuve, soit en tonneau, une diastase qui agirait sur la matière colorante? ou bien celle-ci est-elle produite par des levures fonctionnant dans des conditions défectueuses, ou bien encore préexiste-t-elle dans les raisins mûris dans certaines conditions? C'est ce qui reste à élucider. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 avril 1895.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XIX. Avril 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 16 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

L'Horticulture dans les cinq parties du monde, par M. Charles Baltet. Paris et Troyes, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; 1 vol. in-8°.

Congrès français de Médecine. Première Session. Lyon, 1894. Président, M. le professeur Potain. Paris, Asselin et Houzeau, 1895; 1 vol. in-8°.

Application simultanée et parallèle du système décimal à la mesure des angles et du temps. Rapport par M. J. de Rey-Pailhade. 1895; 1 br. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895. 3 et 4 avril; 2 fasc. gr. in-8°.

Report of the sixty-fourth meeting of the British Association for the advancement of Science, held at Oxford in august 1894. London, John Murray, 1894; 1 vol. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini. Roma, G. Bertero, 1895; 1 br. in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Van Beneden*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président de l'Académie en fait partie de droit.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Bertrand**, **Fizeau**, **Tisserand**;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **Daubrée**, **Van Tieghem**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, Bertrand, Poincaré et Picard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau réunissent la majorité des suffrages.

Prix extraordinaire. — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Resal, Léauté réunissent la majorité des suffrages.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Lévy, Deprez réunissent la majorité des suffrages.

Prix Lalande (Astronomie). — MM. Tisserand, Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau réunissent la majorité des suffrages.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Callandreau, Wolf réunissent la majorité des suffrages.

Prix La Caze (Physique). — MM. Berthelot, Bertrand, Cailletet seront adjoints aux Membres de la Section de Physique.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, baron Larrey, Bertrand, de Freycinet réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Projet d'expédition en ballon aux régions arctiques.* Note de M. **S.-A. Andrée.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée, Blanchard.)

« Les conditions à remplir pour cette expédition me paraissent être les suivantes :

» 1° Le ballon aura une force ascensionnelle capable de porter trois personnes, tous les instruments des observations, des vivres pour quatre mois et le lest; le tout évalué à un total d'environ 3000^{kg};

» 2° Le ballon offrira une imperméabilité suffisante pour rester trente jours en l'air;

» 3° Le remplissage du ballon devra pouvoir s'effectuer dans les régions polaires;

» 4° Le ballon sera dirigeable dans une certaine mesure.

» Ces conditions me paraissent réalisables.

» Henri Giffard avait construit, pour l'Exposition de Paris de 1878, un ballon captif d'un diamètre de 36^{m} et d'un volume de 24 500^{mc}. Ce ballon possédait une capacité portative dépassant de 9000^{kg} la capacité de 3000^{kg}. Or, il a été construit, depuis le temps de Giffard, une foule de ballons ayant pleinement la force ascensionnelle exigée pour un ballon polaire.

» Le ballon de Giffard offrait une imperméabilité telle, qu'il n'eut besoin d'un remplissage complémentaire que dans le seconde année de son service. Or, les expériences de Poiseuille et de Graham ont démontré qu'un ballon de 8^{m} de diamètre a pu présenter une imperméabilité telle, qu'il n'a perdu en un mois que 6^{kg} de sa force ascensionnelle. Or, la perte de cette force ascensionnelle, c'est-à-dire la perte de gaz, étant proportionnelle à la surface, il est possible, pour un ballon polaire de 23^{m} de diamètre, d'estimer la perte à 50^{kg} seulement en trente jours. Mais si la perte est plus grande, elle peut évidemment être comprise dans des limites telles que la deuxième condition sera encore remplie.

» Je passe maintenant à la troisième condition. Les besoins de l'Aérostatique militaire ont conduit à la construction d'appareils à hydrogène transportables, d'un maniement facile et de prix modéré. A l'aide d'un appareil de cette espèce, de dimensions ordinaires, il est facile de fabriquer 150^{mc} à 200^{mc} de gaz par heure, et il est, par conséquent, possible de remplir d'hydrogène, dans le court espace de trente à quarante heures, un ballon de la grandeur convenue.

» La prudence exige que le remplissage ait lieu dans un hangar provisoire, où le ballon peut être protégé contre le vent, et où il restera rempli en attendant un vent présentant la direction et la vitesse favorables.

» Quant à la quatrième condition, relative à la direction, j'ai fait des expériences dont le rapport a été remis à l'Académie des Sciences de Suède.

» En voici le principe : le ballon est muni d'une voile, ajustable à volonté, et est équipé comme un ballon guide-rope, c'est-à-dire muni d'un ou plusieurs cordages, traînant sur le sol. Ces cordages ont pour objet d'entraver légèrement le ballon dans sa marche, afin qu'il ne se meuve pas

avec la pleine vitesse du vent, et que la différence entre la vitesse du ballon et celle du vent puisse être utilisée par la voile établie sur le ballon. Celui-ci est alors forcé de dévier de la direction du vent suivant la grandeur et dans le sens des forces agissantes.

» A l'aide d'un appareil directeur de ce genre, j'ai fait dévier mon ballon (en moyenne) de 27° de la direction du vent. La déviation s'éleva même dans quelques cas à près de 40°.

» *Le but principal de l'expédition est l'exploration géographique de la région polaire arctique dans la plus grande mesure possible.*

» Elle partira d'Europe au commencement de l'été 1896, de manière à atteindre au milieu de juin les îles norvégiennes situées vers la pointe nord-ouest du Spitzberg. Sur l'une de ces îles sera construit le hangar où le remplissage sera effectué.

» Le ballon sera équilibré de telle sorte que, une fois libre, il se maintienne à une hauteur moyenne de 250^{m} au-dessus du sol, c'est-à-dire *en dessous* de la région inférieure des nuages, mais *en dessus* des brouillards de la surface terrestre.

» Le départ aura lieu en juillet, lorsque l'air sera suffisamment clair et par une *fraîche* brise du Sud ou presque Sud. Ce vent permettra au ballon de pénétrer le plus promptement possible dans la région inconnue et dans la direction du pôle.

» Simultanément avec les observations géographiques, il sera fait des observations physiques et météorologiques.

» L'expédition sera munie des instruments nécessaires pour les déterminations de temps et de lieu, pour les déterminations d'altitude et de vitesse et enfin d'une collection complète d'instruments météorologiques. L'expédition emportera en outre des appareils complets de Photographie. Il sera impossible, en effet, pendant la course généralement rapide d'un ballon, de relever correctement, d'après les procédés ordinaires, les régions que l'on franchira. Les levés cartographiques ne pourront donc s'opérer qu'à l'aide de la Photographie.

» Le Soleil éclaire continuellement la route de l'aéronaute et lui permet de fixer à un moment quelconque, avec l'appareil photographique, l'image des régions au-dessus desquelles il vogue.

» Le Soleil continuellement à l'horizon maintient en outre la température du ballon et de l'air à un chiffre tellement égal, que la force ascensionnelle de l'aérostat ne subit que des variations minimes. La plus basse température observée en juillet 1883 au cap Thordsen (Spitzberg) s'éle-

vait à 0°,8, et la plus haute à 11°,6. Le minimum moyen de la température d'un jour quelconque de juillet comportait 2°,2, et le maximum 8°,2.

» Une autre circonstance avantageuse pour les voyages polaires consiste en ce que le terrain des régions polaires est franc de végétation. Il en résulte que les guide-rope glissent facilement et avec une marche égale, et que les mouvements du ballon n'offrent rien de saccadé; c'est un avantage important pour la Photographie, et pour les observations de toute espèce, telles que celles qui sont faites avec les sextants, les anémomètres, les instruments de nivellement, etc.

» Une troisième circonstance favorable est qu'il ne se produit jamais de décharges électriques dangereuses dans les régions polaires.

» Les chutes d'eau atmosphériques sont insignifiantes dans les régions arctiques. Il résulte des observations des expéditions suédoises au Spitzberg que la somme de l'eau tombée en juillet ne s'élève pas à plus de $6^{kg},8$ par mètre carré.

» Rien non plus à craindre des tempêtes, qui sont comparativement rares en juillet. L'expédition suédoise de 1882-1883 constata que, pendant ce mois, la vitesse du vent ne dépassa pas $16^{m},8$ par seconde et qu'en moyenne elle ne s'éleva pas au delà de $3^{m},8$. Mêmes constatations sur le côté américain, à Fort-Conger.

» En résumant succinctement ce qui vient d'être dit, nous reconnaissons non seulement qu'il est possible de faire en ballon des voyages au-dessus des régions polaires, mais encore qu'une foule de circonstances militent en faveur de ce moyen de locomotion.

» Les faits nous apprennent qu'un ballon *peut être envoyé* dans la région polaire avec la possibilité d'y pénétrer profondément; qu'il *peut y flotter* dans l'air pendant un espace de temps suffisant; qu'il *peut y porter* l'explorateur et l'en ramener; et enfin que plusieurs des particularités des régions arctiques, qui ont opposé jusqu'ici les principales difficultés aux explorateurs, sont très favorables à un voyage en ballon.

» Et il ne peut être contesté qu'une course en ballon nous procurera, en quelques jours, une bien plus grande connaissance de la Géographie des régions arctiques que nous n'en obtiendrons pendant des siècles. »

M. **Émile Blanchard**, au sujet de la précédente Communication, s'exprime comme il suit :

« On ne saurait, me semble-t-il, manifester un trop vif intérêt pour toutes les tentatives touchant la reconnaissance de la mer Polaire. On sait

dès longtemps que des explorateurs espérant arriver au but avec des traîneaux s'étaient trouvés, après des semaines d'efforts, plus au Sud qu'au point de départ, indice certain que le pôle n'est pas couvert d'une calotte de glace qui, nécessairement, serait immobile. Une autre preuve de l'existence d'une mer libre est celle que j'invoque comme naturaliste. Les explorateurs qui se sont le plus rapprochés du pôle ont toujours vu des bandes d'oiseaux palmipèdes s'enfonçant et disparaissant dans le Nord. Or, ces oiseaux ne sauraient vivre longtemps sur la glace ; ils marchent donc vers l'endroit où ils trouveront une mer libre qui leur permettra de se reposer et de se nourrir. »

M. **Édouard Monet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les poutres à treillis reposant sur deux appuis ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage ayant pour titre : « Formules et propositions pour l'emploi des fonctions elliptiques », d'après des leçons et des notes manuscrites de M. *K. Weierstrass,* rédigées et publiées par M. *H.-A. Schwarz*, traduit de l'allemand par M. *Henri Padé*. (Hommage présenté à M. Charles Hermite, le jour du 70e anniversaire de sa naissance.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points doubles d'un faisceau de surfaces algébriques.* Note de M. **G.-B. Guccia**, présentée par M. Jordan.

« Je me propose de traiter la question suivante : *En supposant qu'un faisceau de surfaces algébriques d'ordre* n *possède, en un point* O *de l'espace, une singularité base* QUELCONQUE, *exprimer l'abaissement* u, *que le point* O *produit dans le nombre* $4(n-1)^3$ *des points doubles du faisceau.*

» Soient : (F) le faisceau de surfaces, d'ordre n, qui possède en O une singularité base quelconque ; P et E, respectivement, un point et une droite fixés arbitrairement dans l'espace ; φ_P et A_E la surface et la courbe gauche, relatives au faisceau (F) et correspondantes, respectivement, au point P

et à la droite E, dont nous avons donné les définitions et les propriétés dans une Note précédente (séance du 16 avril 1895); v le nombre des intersections confondues en O de la courbe A_E avec la surface φ_P; w l'abaissement produit par le point O dans le rang de la courbe C, d'ordre n^2, base du faisceau (F).

» Parmi les intersections de la courbe A_E avec la surface φ_P il y en a : v confondues en O; $2n^2(n-1)-w$ qui se trouvent sur la courbe C en des points distincts de O; et $3(n-1)^2$ qui sont les points doubles du faisceau de courbes planes, trace de (F) sur le plan PE. Or, une quelconque d des

$$(2n-1)(n-1)(3n-1)-v-[2n^2(n-1)-w]-3(n-1)^2$$
$$=4(n-1)^3-v+w$$

intersections résiduelles de A_E et φ_P est un point tel : 1° que le plan Ed touche en d la surface F_d, du faisceau (F), passant par ce point; 2° que la droite Pd touche au même point d la même surface F_d. Le point d n'étant pas dans le plan PE est nécessairement, d'après cela, un point double de la surface F_d. On a donc

$$u=4(n-1)^3-[4(n-1)^3-v+w]=v-w.$$

» On obtient deux autres expressions du nombre u en supposant que la droite E passe par le point O, ou bien que le point P coïncide avec O. A cet effet, désignons par v' le nombre des intersections confondues en O d'une courbe gauche $A_{E'}$, correspondante à une droite générique E′ passant par O, avec une surface générique φ_P; v'' le nombre des intersections confondues en O d'une courbe gauche générique A_E avec la surface φ_O; w' l'abaissement produit par le point O dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener à la courbe C par la droite E′; U l'abaissement produit par le point O dans le nombre $3(n-1)^2$ des points doubles du faisceau de courbes planes, trace de (F) sur un plan mené arbitrairement par O.

» Parmi les intersections de $A_{E'}$ avec φ_P, il y en a : v' confondues en O; $2n^2(n-1)-w'$ qui se trouvent sur la courbe C en des points distincts de O; et $3(n-1)^2-U$ qui sont les points doubles, en dehors de O, du faisceau de courbes planes, trace de (F) sur le plan PE′. Il s'ensuit que les intersections résiduelles de $A_{E'}$ et φ_P, c'est-à-dire (*voir* plus haut) les points doubles de (F) distincts de O, sont en nombre

$$(2n-1)(n-1)(3n-1)-v'$$
$$-[2n^2(n-1)-w']-[3(n-1)^2-U]=4(n-1)^3-v'+w'+U.$$

» On a donc

$$u = 4(n-1)^3 - [4(n-1)^3 - v' + w' + U] = v' - w' - U.$$

» Parmi les intersections de A_E avec φ_0, il y en a : v'' confondues en O; $2n^2(n-1) - w$ qui se trouvent sur la courbe C en des points distincts de O, et $3(n-1)^2 - U$ qui sont les points doubles, en dehors de O, du faisceau de courbes planes, trace de (F) sur le plan OE. Il s'ensuit que les intersections résiduelles de A_E et φ_0, savoir les points doubles de (F) distincts de O, sont en nombre

$$(2n-1)(n-1)(3n-1) - v'' \\ - [2n^2(n-1) - w] - [3(n-1)^2 - U] = 4(n-1)^3 - v'' + w + U.$$

» On a donc

$$u = 4(n-1)^3 - [4(n-1)^3 - v'' + w + U] = v'' - w - U.$$

» Les trois hypothèses donnent lieu à la proposition suivante :

Théorème. — *Si un faisceau de surfaces algébriques possède, en un point* O *de l'espace, une singularité base* QUELCONQUE, *l'abaissement produit par le point* O *dans le nombre des points doubles du faisceau est égal :*

» *a. Au nombre des intersections confondues en* O *d'une courbe gauche* A_E *(générique) avec une surface* φ_P *(générique), diminué de l'abaissement que le point* O *produit dans le rang de la courbe gauche base du faisceau; ou bien*

» *b. Au nombre des intersections confondues en* O *d'une courbe gauche* $A_{E'}$, *correspondante à une droite générique* E' *passant par* O, *avec une surface* φ_P *(générique), diminué de l'abaissement que le point* O *produit dans le nombre des plans tangents que l'on peut mener par la droite* E' *à la courbe gauche base du faisceau, et diminué de l'abaissement que le point* O *produit dans le nombre des points doubles du faisceau de courbes planes, trace du faisceau de surfaces sur un plan mené arbitrairement par* O; *ou bien :*

» *c. Au nombre des intersections confondues en* O *d'une courbe gauche* A_E *(générique) avec la surface* φ_0, *diminué de l'abaissement que le point* O *produit dans le rang de la courbe gauche base du faisceau, et diminué de l'abaissement que le point* O *produit dans le nombre des points doubles du faisceau de courbes planes, trace du faisceau de surfaces sur un plan mené arbitrairement par* O.

» *Exemple.* — En supposant que la singularité base en O soit un point $(r)^{uple}$, tel que le cône tangent en O à la surface générique du fais-

ceau engendre un faisceau de cônes, général, de l'ordre r, on trouve

$$\begin{aligned}
v &= (2r-1)[3(r-1)^2+2(r-1)]+3(r-1)^2,\\
v' &= (2r-1)(3r^2-1),\\
v'' &= (2r+1)[3(r-1)^2+2(r-1)],
\end{aligned}$$

$$w = 2r^2(r-1), \qquad w' = 2r^3, \qquad U = (r-1)(3r+1),$$

et par conséquent

$$u = v - w = v' - w' - U = v'' - w - U = 2(r-1)^2(2r+1). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les types de groupes* Ω *de substitutions dont l'ordre égale le degré*. Note de **M. R. Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« Pour trouver les types de groupes, d'ordre p^{ϖ}, il est nécessaire de distinguer le cas $p=2$, du cas p premier impair, précédemment examiné (*Comptes rendus*, 16 avril 1895).

» Soit donc $R = 2^{\varpi}$. Si l'on cherche les types de groupes Ω dans lesquels il y a des substitutions d'ordre $2^{\varpi-1}$, mais pas de substitutions d'ordre 2^{ϖ}, on trouve :

» 1° Un type G_2 engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h=1}^{2}(x_{h1}x_{h2}\dots x_{h,2^{\varpi-1}}), \qquad T = \prod_{k=1}^{2^{\varpi-1}}(x_{1,k}x_{2,k}).$$

» Il contient $2^{\varpi-\lambda}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda}$ $[\lambda = 1, 2, \dots, (\varpi-2]$, 3 d'ordre 2, et la substitution identique;

» 2° Un type G_3 engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h=1}^{2}(x_{h1}x_{h2}\dots x_{h,2^{\varpi-1}}), \qquad T = \prod_{k=1}^{2^{\varpi-1}}(x_{1,k}x_{2,2^{\varpi-1}-k}).$$

» Il contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda}$, $2^{\varpi-1}+1$, d'ordre 2, et la substitution identique;

» 3° Un type G_4 engendré par les substitutions

$$S = \prod_{h=1}^{2}(x_{h1}x_{h2}\dots x_{h,2^{\varpi-1}}),$$

$$T = \prod_{k=1}^{2^{\varpi-1}}[x_{1,k}x_{2,(2^{\varpi-2}-1)k}]$$

qui contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda}$, $2^{\varpi-2}+2$ d'ordre 4, $2^{\varpi-2}+1$ d'ordre 2 et la substitution identique;

» 4° Un type G_5 engendré par les substitutions suivantes (pour abréger, je n'écris que les indices)

$$S = \left(1, 1; 2, 1; \ldots; 2^{\varpi-\alpha-1}, 1; 1, 2; 2, 2; \ldots; 2^{\varpi-\alpha-1}, 2; \ldots; 1, 2^\alpha; 2, 2^\alpha; \ldots; 2^{\varpi-\alpha-1}, 2^\alpha\right)$$
$$\left(\begin{array}{l} 1+2^{\varpi-\alpha-1}, 1; 2+2^{\varpi-\alpha-1}, 1; \ldots; \\ \quad 2^{\varpi-\alpha}, 1; 1+2^{\varpi-\alpha-1}, 2; 2+2^{\varpi-\alpha-1}, 2; \ldots; 2^{\varpi-\alpha}, 2; \ldots; 1+2^{\varpi-\alpha-1}, 2^\alpha; \ldots; 2^{\varpi-\alpha}, 2^\alpha \end{array}\right.$$

$$T = \prod_{k}{}_{1}^{2^{\varpi-\alpha-1}} (k, 1; 1-k, 1; k, 2; 1-k, 2; \ldots; k, 2^\alpha; 1-k, 2^\alpha);$$

α *désigne un entier quelconque* pris dans la suite $1, 2, \ldots, \varpi-2$; ce groupe contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda}[\lambda = 1, 2, \ldots, (\varpi-1)]$, $2^{\varpi-1}$ d'ordre $1^{\alpha+1}$, et la substitution identique. *Il n'y a pas d'autres types de l'espèce considérée.*

» Arrivons aux types de groupes contenant des substitutions d'ordre $2^{\varpi-2}$, mais pas de substitutions d'ordre supérieur.

» On trouve, en premier lieu, le type G_6, engendré par les deux substitutions

$$S = \prod_{h}{}_{1}^{4} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,2^{\varpi-2}}), \qquad T = \prod_{k}{}_{1}^{2^{\varpi-2}} (x_{1,k} x_{2,k} x_{3,k} x_{4,k}),$$

qui contient $2^{\varpi-\lambda}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}$ $(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi-3)$, 4 d'ordre 4, 3 d'ordre 2 et la substitution identique.

» En second lieu, vient le type G_7, engendré par les deux substitutions

$$S = \prod_{h}{}_{1}^{4} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,2^{\varpi-2}}), \qquad T = \prod_{k}{}_{1}^{2^{\varpi-2}} (x_{1,k} x_{2,-k} x_{3,k} x_{4,-k}),$$

qui contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}$ $(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi \quad 2)$, $2^{\varpi-1}$ d'ordre 4, 1 d'ordre 2 et la substitution identique.

» Puis vient le type G_8, engendré par les deux substitutions

$$S = \prod_{h}{}_{1}^{4} (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,2^{\varpi-2}}),$$

$$T = \prod_{k}{}_{1}^{2^{\varpi-2}} [x_{1,k} x_{2,(2^{\varpi-4}-1)k} x_{3,(1-2^{\varpi-3})k} x_{4(3\,2^{\varpi-4}-1)k}];$$

il contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}$ $[\lambda = 1, 2, \ldots, (\varpi-2)]$, $2^{\varpi-2}$ d'ordre 8, $2^{\varpi-2}$ d'ordre 4, 1 d'ordre 2 et la substitution identique.

» Voici maintenant un type G_9 engendré par trois substitutions

$$S = \prod_k^4 {}_1 [1 + (k-1)2^{\varpi-2}, 2 + (k-1)2^{\varpi-2}, \ldots, k2^{\varpi-2}],$$

$$T = \prod_h^{2^{\varpi-2}} {}_1 \prod_k^2 {}_1 [h + (k-1)2^{\varpi-1}, h + 2^{\varpi-2} + (k-1)2^{\varpi-1}],$$

$$U = \prod_h^{2^{\varpi-1}} {}_1 (h, h + 2^{\varpi-1});$$

il contient $2^{\varpi-\lambda}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}[\lambda = 1, 2, \ldots, (\varpi - 2)]$, 3 d'ordre 2, et une substitution identique.

» On aura ensuite un type G_{10} engendré par 3 substitutions

$$S = \prod_h^4 {}_1 (x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,2^{\varpi-2}}), \qquad T = \prod_k^{2^{\varpi-2}} {}_1 (x_{1,k} x_{2,k})(x_{3,k} x_{4,k}),$$

$$U = \prod_k^{2^{\varpi-2}} {}_1 (x_{1,k} x_{3,-k})(x_{2,k} x_{4,-k});$$

il contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi - 2)$, $2^{\varpi-1} + 1$ d'ordre 2, et la substitution identique.

» Puis vient le type G_{11} engendré par les substitutions S et U du type G_{10}, et par la substitution

$$T = \prod_k^{2^{\varpi-2}} {}_1 [x_{1,k} x_{2,(2^{\varpi-3}+1)k}][x_{3,k} x_{4,(2^{\varpi-3}+1)k}];$$

il contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi - 2)$, $2^{\varpi-3}$ d'ordre 4, $(1 + 3.2^{\varpi-3})$ d'ordre 2, et la substitution identique.

» Puis le type G_{12} engendré par les substitutions

$$S = \prod_h^4 {}_1 x_{h1} x_{h2} \ldots x_{h,2^{\varpi-2}}, \qquad T = \prod_k^{2^{\varpi-2}} {}_1 (x_{1,k} x_{2,k})(x_{3,k} x_{4,k}),$$

$$U = \prod_k^{2^{\varpi-2}} {}_1 [x_{1,k} x_{3,(2^{\varpi-3}-1)k}][x_{2,k} x_{4,(2^{\varpi-3}-1)k}];$$

il contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre $2^{\varpi-\lambda-1}(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi - 2)$, $2^{\varpi-2}$ d'ordre 4, $2^{\varpi-2} + 1$ d'ordre 2, et la substitution identique.

» Un autre type G_{13} contient $2^{\varpi-\lambda-1}$ substitutions d'ordre

$$2^{\varpi-\lambda-1}(\lambda = 1, 2, \ldots, \varpi - 3),$$

$2^{\varpi-1}$ substitutions d'ordre $2^{\beta+1}$ (β est un nombre quelconque de la suite $1, 2, \ldots, \varpi - 2$, 1 d'ordre 2, et la substitution identique; il est engendré par les substitutions

$$\begin{aligned}
S = \prod_k^4{}_1 [\; & 1+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 1;\; 2+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 1;\; \ldots;\; k2^{\varpi-\beta-2}, 1;\\
& \times 1+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 2; 2+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 2; \ldots; k2^{\varpi-\beta-2}, 2; \ldots;\\
& \times 1+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 2^\beta; 2+(k-1)2^{\varpi-\beta-2}, 2^\beta; \ldots; k2^{\varpi-\beta-2}, 2^\beta],
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
U = \prod_k^{2^{\varpi-\beta-2}}{}_1 & (k, 1; 2^{\varpi-\beta}-k+1, 1; k, 2; 2^{\varpi-\beta}-k+1, 2; \ldots; k, 2^\beta; 2^{\varpi-\beta}-k+1, 2^\beta)\\
& \times (k+2^{\varpi-\beta-2}, 1; 3.2^{\varpi-\beta-2}-k+1, 1; k+2^{\varpi-\beta-2}, 2;\\
& \times 3.2^{\varpi-\beta-2}-k-1, 2; \ldots, k+2^{\varpi-\beta-2}, 2^\beta; 3.2^{\varpi-\beta-2}-k+1, 2^\beta),
\end{aligned}$$

$$T = \prod_k^{2^{\varpi-\beta-1}}{}_1 \prod^{2^\beta}{}_1 (x_{h,k} x_{h+2^{\pi-\beta-1}, k+\eta_h}) \qquad \text{avec} \quad \begin{matrix} \eta_h = 0, & \text{si} & h \leqq 2^{\varpi-\beta-1} \\ \eta_h = 0, & \text{si} & h > 2^{\varpi-\beta-1}. \end{matrix}$$

Dans le cas $\varpi = 4$, on trouve, avec les considérations qui précèdent, dix types distincts de groupes Ω; il n'y en a pas d'autres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application de la méthode de M. Darboux*. Note de M. **Beudon**, présentée par M. Darboux.

« Considérons l'équation aux dérivées partielles du deuxième ordre

$$(1) \qquad s = qz + q^2 f\left(\frac{t}{q}, y\right)$$

et adjoignons-lui l'équation du troisième ordre

$$(2) \qquad \delta = q\,\varphi\left(\frac{t}{q}, y\right), \qquad \delta = \frac{\partial^3 z}{\partial y^3};$$

si l'on écrit les conditions d'intégrabilité, on trouve que φ est déterminé par l'équation aux dérivées partielles du premier ordre

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial f}{\partial \frac{t}{q}} \frac{\partial \varphi}{\partial y} - \left(1 + \frac{t}{q} f + \frac{\partial f}{\partial y}\right) \frac{\partial \varphi}{\partial \frac{t}{q}} + 3\frac{t}{q} + 2\frac{t^2}{q^2} f + f\varphi + 4\frac{t}{q}\frac{\partial f}{\partial y} \\ & + 4\frac{t}{q}\frac{\partial f}{\partial \frac{t}{q}}\left(\varphi - \frac{t^2}{q^2}\right) + 2\frac{\partial^2 f}{\partial y\, \partial \frac{t}{q}}\left(\varphi - \frac{t^2}{q^2}\right) + \frac{\partial^2 f}{\partial^2 \frac{t}{q}}\left(\varphi - \frac{t^2}{q^2}\right)^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0; \end{aligned} \right.$$

si φ est une solution de l'équation précédente, les deux équations (1) et (2)

ont une solution commune dépendant d'une fonction arbitraire, dont l'argument sera x. La recherche de cette solution dépend d'ailleurs de l'étude d'un système d'équations différentielles ordinaires.

» Nous avons donc un type d'équations aux dérivées partielles de deuxième ordre admettant une intégrale intermédiaire du troisième ordre, que l'on obtiendra en remplaçant dans l'équation (2) φ par la solution générale de l'équation (3). »

MÉCANIQUE. — *Sur la rotation des solides*. Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« Le mouvement d'un solide, soumis à la pesanteur et fixé par l'un de ses points, a pu être étudié dans plusieurs cas, lorsque l'ellipsoïde d'inertie relatif au point fixe est une surface de révolution ; mais on ne possède qu'un seul résultat concernant les cas où l'ellipsoïde d'inertie demeure quelconque : c'est un théorème de M. Poincaré, nous apprenant qu'une quatrième intégrale uniforme, si elle existe, ne peut être algébrique. Cette proposition est de nature à mettre en évidence bien des difficultés du problème. Il n'est pas sans importance, pour leur étude, de connaître certains résultats particuliers; aussi ai-je pensé qu'il y avait intérêt à signaler un cas dans lequel, sans avoir obtenu jusqu'à présent la solution générale, j'ai pu cependant calculer une solution qui dépend de cinq constantes arbitraires (au lieu de six). En d'autres termes, si le point de suspension est placé comme je le vais indiquer, et quelle que soit la forme de l'ellipsoïde d'inertie ayant son centre au point fixe, il suffit que les données initiales du mouvement satisfassent à une seule condition facile à vérifier, pour que le mouvement ultérieur puisse être prévu et la position du solide déterminée après un temps quelconque. Voici comment peut être défini le cas dont il s'agit :

» *Je considère au point fixe la polaire réciproque de l'ellipsoïde d'inertie par rapport à son centre, et, dans ce deuxième ellipsoïde, dont les axes sont inverses de ceux du premier, je mène l'un des plans cycliques, le plan bissecteur du dièdre principal où il est compris et qui a pour arête l'axe moyen, le plan principal perpendiculaire à cet axe moyen. A la trace du plan cyclique sur le plan principal je fais correspondre une droite, symétrique par rapport au plan bissecteur; c'est sur cette droite que je suppose situé le centre de gravité du solide. Je prends ensuite l'ombilic conjugué du plan cyclique, le plan qui*

le contient avec l'axe moyen, puis un plan P, *symétrique du précédent par rapport au plan bissecteur déjà employé. Cela fait, si la rotation est d'abord parallèle au plan* P, *elle lui reste toujours parallèle; l'angle que fait avec la verticale le rayon portant le centre de gravité s'exprime par une fonction elliptique du temps; la rotation et, par suite, toutes les inconnues s'obtiennent en intégrant une équation différentielle linéaire du second ordre, à coefficients uniformes et doublement périodiques.*

» C'est ce qui s'établit, en résumé, de la manière suivante : deux des équations du mouvement peuvent être représentées ainsi

$$(1)\qquad A\frac{dp}{dt} = A_1 qr + \mu(\beta x_3 - \gamma x_2),\qquad \frac{dx_1}{dt} = rx_2 - qx_3;$$

les quatre autres s'en déduisent par permutation circulaire des angles x_1, x_2, x_3 des composantes de la rotation p, q, r; il faut, cela est clair, permuter aussi : 1° les trois constantes A, B, C, inverses des carrés des axes de l'ellipsoïde d'inertie et leurs différences $A_1 = B - C, \ldots$; 2° les trois cos α, β, γ de la direction déterminée dans le solide par son point de suspension et son centre de gravité; enfin t désigne le temps et μ est une constante, proportionnelle à la distance des deux points précédents.

» Du système (1) se conclut une égalité contenant seules les rotations

$$\frac{d}{dt}(A\alpha p + B\beta q + C\gamma r) = A_1\alpha qr + B_1\beta pr + C_1\gamma pq.$$

» Imaginons que les deux conditions

$$\beta = 0,\qquad \frac{A_1\alpha}{C\gamma} = \frac{C_1\gamma}{A\alpha}\qquad (A > B > C),$$

soient vérifiées, ce qui place le centre de gravité à l'égard du point de suspension dans la situation indiquée. Il est visible qu'alors l'équation

$$(2)\qquad A\alpha p + C\gamma r = 0$$

est invariante et, si l'on pose $y_1 = A\gamma p - C\alpha r$, $y_2 = Bq$, $z_1 = \alpha x_1 + \gamma x_3$, $z_3 = \gamma x_1 - \alpha x_3$, le système (1) se change en celui-ci

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{dy_1}{dt} = \dfrac{B_1\alpha\gamma}{AC} y_1 y_2 - \mu x_2,\qquad \dfrac{dy_2}{dt} = -\dfrac{B_1\alpha\gamma}{AC} y_1^2 + \mu z_3, \\ \qquad\qquad \dfrac{B\,dz_1}{dt} = y_2 z_3 - y_1 x_2,\qquad \ldots \end{array}\right.$$

» De plus, les trois intégrales communes à tous les cas deviennent

$$y_1^2+y_2^2=B(2\mu z_1+H),\qquad y_1z_3+y_2x_2=H_1,\qquad z_1^2+x_2^2+z_3^2=H_2,$$

H, H_1, H_2 étant des constantes arbitraires. On en déduit

$$(4)\qquad \left(\frac{B\,dz_1}{dt}\right)^2=B(2\mu z_1+H)(H_2-z_1^2)-H_1^2,$$

en sorte que z_1 s'exprime par une fonction de t, elliptique et de première espèce; il résulte en outre de (3),

$$(5)\qquad y_2\frac{dy_1}{dt}-y_1\frac{dy_2}{dt}=(y_1^2+y_2^2)\left(\frac{B_1\alpha\gamma}{AC}y_1-\frac{\mu H_1}{y_1^2+y_2^2}\right).$$

» Avec ces notations, $\frac{y_1}{y_2}=\text{tang}\,2\theta$, $\lambda=\text{tang}\,\theta$, $B(2\mu z_1+H)=Z^2$, l'équation précédente s'écrit encore

$$(6)\qquad \frac{d\lambda}{dt}-\frac{B_1\alpha\gamma}{AC}\lambda Z+\frac{\mu H_1}{2Z^2}(1+\lambda^2)=0.$$

» On a plusieurs moyens de la rattacher à une équation linéaire, dont les coefficients soient *uniformes* et doublement périodiques. L'une des transformées, dans laquelle la variable est t, se prête mieux à l'étude des fonctions inconnues pour l'ensemble des valeurs, réelles ou imaginaires, de t, mais elle met moins en évidence les propriétés les plus intéressantes quand la variable reste réelle. On obtient, au contraire, une transformée commode à ce point de vue, si l'on pose $d\tau=\frac{dt}{Z}$, $\lambda=\frac{2Z}{\mu H_1}\frac{du}{u\,d\tau}$; c'est la suivante

$$(7)\qquad \frac{d^2u}{d\tau^2}+\frac{du}{d\tau}\left[\frac{1}{2}\frac{d\log Z^2}{d\tau}+\frac{B_1\alpha\gamma}{AC}Z^2\right]+\frac{H_1^2\mu^2}{4Z^2}u=0,$$

et, comme d'ailleurs,

$$Z^2=\frac{12H_1^2\mu^2}{4H_2\mu^2-H^2-12p\tau},$$

ses coefficients sont uniformes et doublement périodiques [1]. Les points critiques sont zéro et les deux valeurs $\pm\tau_1$ qui rendent Z^2 infinie. Ces dernières sont imaginaires et répondent à des *valeurs imaginaires de t*. Les circonstances les plus simples ne se présentent jamais, quand les données

---

(1) En ce qui concerne les fonctions elliptiques, les notations sont celles d'Halphen.

du problème sont réelles, mais un examen plus complet m'a fait reconnaître l'exactitude de la formule

$$(8) \qquad u = Z^{-\frac{1}{2}}\left[L_1 e^{-\frac{2i}{\omega}\sqrt{\frac{A_1 C_1}{AC}}(\omega\zeta\tau_1 - \tau_1\zeta\omega)\tau} f_1(\tau) + L_2 f_2(\tau)\right],$$

dans laquelle les signes de i et de τ_1 sont corrélatifs, L_1, L_2 sont des constantes arbitraires, f_1, f_2 sont des fonctions périodiques, de période 2ω, toujours finies, c'est-à-dire développables en séries trigonométriques, pour toutes les valeurs réelles de τ et, par suite, de t.

» Je reviendrai, dans un autre travail, sur la démonstration de ce résultat et la détermination des coefficients des séries f_1, f_2, ainsi que sur la seconde transformation dont j'ai dit que l'équation (6) est susceptible. »

MÉCANIQUE. — *Sur une classe de solutions périodiques dans un cas particulier du problème des trois corps.* Note de MM. **J. Perchot** et **J. Mascart**, présentée par M. Poincaré.

« L'Académie royale danoise a mis au concours, en 1892, une question concernant la recherche des solutions périodiques dans le cas d'une petite masse attirée par deux masses égales décrivant une circonférence autour de leur centre de gravité commun, supposé fixe.

» Par des calculs numériques habilement conduits, M. Carl Burrau, de l'observatoire de Copenhague, a trouvé une classe de solutions périodiques commençant par celle de Lagrange, dans laquelle l'orbite relative se réduit à un point. Les résultats sont publiés dans les *Astr. Nach.*, Bd. 135 et 136.

» Sur les conseils de notre maître, M. Tisserand, nous avons essayé d'appliquer à cette question la théorie des solutions périodiques de M. Poincaré. Les résultats que nous avons obtenus de cette façon ne paraissent pas différer sensiblement de ceux de M. Carl Burrau.

» Pour obtenir le mouvement relatif de la petite masse C dans le système formé par les deux autres A et B, nous rapportons sa position à deux axes rectangulaires $O\zeta$, $O\eta$, animés d'un mouvement de rotation uniforme autour du centre de gravité fixe, $O\zeta$ étant précisément la droite qui joint constamment les deux grandes masses A et B.

» La distance constante des points A et B à leur centre de gravité est prise pour unité de longueur, leur moyen mouvement pour unité de vitesse

angulaire ou leur longitude pour temps; enfin la constante de Gauss est supposée égale à un; l'unité de masse se trouve alors fixée.

» Soient r_1, r_2 les distances du point C aux points A et B, la fonction des forces est

$$V = 4\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right).$$

Les équations du mouvement relatif sont

$$\frac{d^2\zeta}{dt^2} - 2\frac{d\eta}{dt} = \frac{\partial V}{\partial \zeta} + \zeta,$$
$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + 2\frac{d\zeta}{dt} = \frac{\partial V}{\partial \eta} + \eta,$$

et se ramènent à la forme canonique

$$(1) \qquad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{dx_1}{dt} = \dfrac{dF}{dy_1}, & \dfrac{dx_2}{dt} = \dfrac{dF}{dy_2}, \\ \dfrac{dy_1}{dt} = -\dfrac{dF}{dx_1}, & \dfrac{dy_2}{dt} = \dfrac{dF}{dx_2}; \end{array}\right.$$

la fonction F correspondant à l'intégrale de Jacobi est

$$F = \tfrac{1}{2}(y_1 + x_2)^2 + \tfrac{1}{2}(y_2 - x_1)^2 - V - \tfrac{1}{2}(x_1^2 + x_2^2) = \text{const.}$$

Les recherches de Lagrange ont montré qu'il existait une solution périodique dans laquelle les trois corps restent constamment en ligne droite; le mouvement relatif est alors nul, ou de période quelconque, et le mouvement relatif de la petite masse C se réduit à un point I de l'axe des ζ, d'abscisse ζ_0. En transportant les axes en ce point, les équations conservent la forme canonique, V est développable en série convergente dans l'intérieur d'un cercle comprenant la nouvelle origine, et F prend la forme

$$F = \tfrac{1}{2}y_1^2 + \tfrac{1}{2}y_2^2 + y_1 x_2 - y_2 x_1 + a(-2x_1^2 + x_2^2) + b(-3x_1 x_2^2 + 2x_1^3) + \ldots,$$

a et b sont deux constantes qui dépendent uniquement de ζ_0. x_1, x_2, y_1, y_2, F étant identiquement nuls pour la solution de Lagrange, remplaçons ces quantités par εx_1, εx_2, εy_1, εy_2, $\varepsilon^2 F$.

» Pour $\varepsilon = 0$ les équations (1) sont linéaires, homogènes et admettent

la solution périodique suivante, qui contient un paramètre arbitraire λ_0,

$$(2)\quad \begin{cases} x_1^0 = \rho_0 \cos(kt+\lambda_0) = \varphi_1(t), \\ y_1 = \dfrac{-k^2+4a+1}{2k}\rho_0 \sin(kt+\lambda_0) = \varphi_3(t), \\ x_2^0 = -\dfrac{k^2+4a+1}{2k}\rho_0 \sin(kt+\lambda_0) = \varphi_2(t), \\ y_2 = \dfrac{-k^2-4a+1}{2}\rho_0 \cos(kt+\lambda_0) = \rho_4(t). \end{cases}$$

Pour les petites valeurs de ε, il existe encore des solutions périodiques de même période T que les précédentes et pour lesquelles F est égal à 1. En effet, soient

$$x_1 = \varphi_1(0) + \beta_1, \qquad y_1 = \varphi_3(0) + \beta_3,$$
$$x_2 = \varphi_2(0) + \beta_2, \qquad y_2 = \varphi_4(0) + \beta_4$$

les valeurs, pour $t = 0$, d'une solution quelconque des équations (1), et soient

$$\varphi_i(0) + \beta_i + \psi_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4)$$

les valeurs pour $t = T$.

» La solution considérée sera périodique de période T si

$$\psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = \psi_4 = 0.$$

A cause de l'intégrale $F = \text{const.}$, ces équations ne sont pas distinctes. Nous prendrons donc, pour déterminer les β, les équations

$$(3)\qquad \psi_1 = \psi_2 = \psi_3 = 0, \qquad F = 1;$$

pour $\varepsilon = 0$, ces équations :

$$\psi_1 = \int_0^T \frac{dF_0}{dy_1}dt, \qquad \psi_2 = \int_0^T \frac{dF_0}{dy_2}dt, \qquad \psi_3 = \int_0^T \frac{dF_0}{dx_1}dt.$$
$$F_0 = 1.$$

» En développant ces équations, on voit que les équations (3) permettent de développer les β suivant les puissances croissantes de $\sqrt{\varepsilon}$.

» Cela étant, pour effectuer le calcul direct des séries, nous posons

$$x_i = x_i^{(0)} + x_i^{(1)}\sqrt{\varepsilon} + x_i^{(2)}\varepsilon + \ldots,$$
$$y_i = y_i^{(0)} + y_i^{(1)}\sqrt{\varepsilon} + y_i^{(2)}\varepsilon + \ldots.$$
$$(i = 1, 2).$$

» En substituant ces valeurs dans les équations (1) et en égalant les coefficients des diverses puissances de ε dans les deux membres, on trouve que les $x_i^{(1)}$, $y_i^{(1)}$ sont identiquement nuls et l'on détermine aisément les $x_i^{(2)}$, $y_i^{(2)}$.

» On obtient ainsi pour les coordonnées relatives x, y de la masse C par rapport aux axes mobiles passant par le point I

$$x = \varepsilon\rho_0 \cos(kt + \lambda_0) + \varepsilon^2[\lambda_1 \cos(2kt + 2\lambda_0) + (\lambda_1)] + \varepsilon^2\sqrt{\varepsilon}\ldots,$$
$$y = -\frac{k^2 + 4a + 1}{2k}\varepsilon\rho_0 \sin(kt + \lambda_0) + \varepsilon^2\ \lambda_2 \sin(2kt + 2\lambda_0) + \varepsilon^2\sqrt{\varepsilon}\ldots.$$

» En donnant diverses valeurs à ε nous avons obtenu des trajectoires relatives de même forme que celles de M. C. Burrau.

» Nous continuerons ce problème ultérieurement et nous donnerons ailleurs les développements nécessaires et les calculs numériques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures de l'intensité de la pesanteur en Russie.* Note de M. G. **Defforges**, présentée par M. Fizeau.

« Le vice-directeur de l'observatoire de Poulkovo, M. Sokoloff, vint à Paris dans l'hiver de 1894, avec les pendules de Repsold, appartenant à la Société impériale russe de Géographie, pour mesurer, à l'Observatoire, la variation de la gravité entre Pétersbourg et Paris. A la suite de ce voyage, M. Bredichine, directeur de l'observatoire de Poulkovo, crut devoir faire inviter officiellement, par son gouvernement, le gouvernement français à me confier une mission en Russie pour y exécuter des mesures de la pesanteur avec l'appareil qui m'a servi déjà dans de nombreuses stations d'Europe, d'Afrique et d'Amérique. L'Académie a bien voulu, en m'accordant le prix Ponti, montrer l'intérêt qu'elle attache à mes travaux. Une allocation importante m'a été généreusement offerte par la Section topographique de l'État-Major général russe, l'observatoire de Poulkovo et la Société impériale russe de Géographie.

» En outre, l'observatoire de Poulkovo m'a gracieusement adjoint un de ses astronomes, M. T. Wittram, directeur de l'École de Géodésie, qui a pris à sa charge, pendant l'expédition, tout le service de la détermination de l'heure, et qui a été de moitié avec moi dans les observations concernant le pendule, de telle sorte que les mesures de ce voyage présentent un contrôle précieux, résultant de ce fait qu'elles ont été effectuées toutes par deux observateurs indépendants ; aucune divergence sérieuse d'ailleurs ne s'est jamais manifestée entre nos résultats.

» Le programme comprenait :

» 1° Une détermination de l'intensité relative de la pesanteur à l'observatoire de Poulkovo. Elle a été exécutée avec toute la précision désirable dans la grande salle des horloges de l'observatoire, à une température parfaitement constante ;

» 2° Une détermination semblable à Tiflis. Elle a été faite dans l'observatoire météorologique, sur les piliers même du général Kuhlberg.

» Ces deux mesures avaient pour but de rattacher à nos observations les mesures russes de la gravité, qui ont comme centre principal Poulkovo ou Saint-Pétersbourg et, par Tiflis, d'obtenir une liaison aussi étroite que possible avec les mesures du Caucase, dont les résultats ont si fort attiré l'attention des géodésiens et des astronomes.

» 3° Une série de trois stations d'intensité relative convenablement choisies sur une ligne allant de la Caspienne au massif central de l'Asie. Notre but, en établissant cette ligne, était double. Nous voulions d'abord vérifier la loi générale de l'anomalie négative continentale ; nous désirions ensuite, en plaçant une de nos stations au pied même du massif central de l'Asie, assez loin cependant des montagnes pour en pouvoir négliger les actions latérales, et à une altitude assez basse pour que la réduction au niveau de la mer ne dépassât pas une ou deux oscillations par jour, nous assurer que l'anomalie énorme, constatée par les Anglais à Morée, dans l'Himalaya, n'est pas limitée aux régions élevées, mais se manifeste déjà aux approches du plateau central, dans des régions relativement basses et non tourmentées. Taschkent, capitale du Turkestan russe, située dans une vaste plaine à l'entrée du Ferganah à 400^m d'altitude, avec un observatoire déjà florissant, réunissait toutes les conditions requises. Nous y avons mesuré la pesanteur relative à l'observatoire militaire (directeur, colonel Gedeonoff). Boukhara et Ouzoun Ada, au bord de la Caspienne, ont été les deux autres jalons de notre ligne, qui prolonge ainsi jusqu'au plateau

central les observations des Russes au Caucase, commencées au bord de la mer Noire.

» Voici, rapportées à Paris (Observatoire) les valeurs provisoires de la gravité et les anomalies constatées en nos cinq stations.

		Calculée.	Anomalie.
Poulkovo	9,8201	9,8193	+ 8
Tiflis	9,8032	9,8038	− 6
Ouzoun Ada	9,8007	9,8019	−12
Boukhara	9,8020	9,8020	0
Taschkent	9,8025	9,8043	−18

» L'anomalie positive de la pesanteur au bord de la mer et l'anomalie négative continentale sont bien nettement, comme toujours, mises en évidence.

» L'anomalie positive de Poulkovo est la plus considérable que nous ayons encore constatée au bord de la mer : elle est double de celle de la Méditerranée, quadruple de celle de la mer du Nord.

» L'anomalie négative de Taschkent, à une altitude de 400^{m}, atteint, si on la compare à la gravité au bord de la mer Baltique, $0^{m},0026$, alors qu'à Morée, de l'autre côté du massif central, à une altitude dix fois plus grande (4000^{m}), elle est de $0^{m},0050$, par comparaison avec la gravité au bord de l'océan Indien.

» A Ouzoun Ada, au pied du Caucase, l'anomalie négative est également considérable.

» A Boukhara, au milieu de la vaste plaine d'alluvions que parcourent les tributaires du lac d'Aral, à grande distance aussi bien du Caucase que des plateaux de la Perse et du massif central de l'Asie, l'anomalie continentale est du même ordre qu'à Paris.

» Dans une prochaine Note, j'étudierai, en ramenant les mesures russes aux nôtres, la distribution de la pesanteur apparente au Caucase, et, en y joignant les résultats des observations des Anglais aux Indes, la répartition au bord des mers et sur les continents d'Europe et d'Asie. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique des liquides surfondus.* Note de M. Louis Bruner.

« Quoique les phénomènes particuliers de la surfusion aient depuis longtemps attiré l'attention des observateurs, la chaleur spécifique des liquides surfondus n'a pas encore fait l'objet d'une étude systématique. Les seules mesures relatives ont été données pour l'eau par M. Martinetti; il a poussé ses expériences jusqu'à — 6°. Mes expériences ont porté sur quelques corps organiques, qui sont plus faciles à obtenir à l'état de surfusion. Je me suis servi de la méthode des mélanges, qui n'est pas sans quelques difficultés, car les précautions qu'elle exige sont juste opposées à celles qu'il faut observer pour provoquer la surfusion. Néanmoins, si l'on prend soin d'éviter de mouiller le bouchon du vase qui contient le liquide avec le corps surfondu, on parvient à le conserver liquide à l'intérieur du calorimètre; la durée de l'expérience est de quatre à cinq minutes.

» I. Le thymol. Ce corps bien cristallisé fond à 49°,5. Voici les nombres que j'ai observés, et qui sont la moyenne d'une série de quatre expériences :

Limites des températures.	Chaleur spécifique
° °	
98-14	0,519
86-14	0,519
73-13	0,518
68-12	0,515
58-11	0,516
47- 9	0,508
37- 8	0,503
27- 9	0,504

» Je n'ai pas poussé ces expériences à des températures plus basses que celles de l'eau du calorimètre, car déjà vers 0° le thymol se congèle facilement aux moindres secousses, et dans un mélange réfrigérant maintenu à — 10°, même dans des tubes en verre très minces, il se solidifie au bout de quelques instants.

» Si, d'après les données numériques exposées plus haut, on trace une courbe en prenant les températures pour abscisses et les chaleurs spécifiques pour ordonnées, on s'aperçoit qu'elle suit une marche ascendante jusqu'à une température voisine de 60°, et qu'à partir de là elle décroît

lentement d'une quantité qui ne surpasse pas 5 pour 100 de la valeur totale. La marche ascendante de la courbe est la plus rapide dans l'intervalle de 45°-55°, c'est-à-dire au voisinage du point de fusion.

» II. Le paracrésol cristallisé, fondant à + 33°, est plus facile à maintenir en surfusion que le thymol. Voici les résultats des expériences :

Limites des températures.	Chaleur spécifique.
94°-7°	0,511
83-7	0,509
86-7	0,504
66-7	0,502
57-6	0,496
48-8	0,489
36-8	0,489
28-9	0,487

» La courbe qu'on trace d'après ces expériences présente, en général, une marche faiblement ascendante sans que l'on observe un maximum sensible. Si l'on n'envisage que la chaleur spécifique de ces liquides au-dessous du point normal de congélation, on remarque qu'elle ne varie que faiblement avec la température, et qu'elle se rapproche de la chaleur spécifique du corps liquide non surfondu, en restant tout à fait distincte de la chaleur spécifique du corps solide pour les mêmes températures. Le même fait ressort aussi des expériences de M. Martinetti à l'égard de l'eau.

» L'hydrate de chloral et le bromal ne se laissent pas surfondre dans des conditions favorables à l'expérience. Même dans des tubes en verre minces, ils se congèlent spontanément à une température très peu inférieure à leur point de fusion.

» Le menthol (je disposais d'un échantillon très pur) restait aussi rebelle à tous mes essais. Même l'addition d'un poids notable de thymol ne parvenait pas à le maintenir en état de surfusion. Néanmoins, j'ai observé que le menthol, ainsi que le thymol et le para-crésol,[1] entrait en surfusion dans un cas particulier, que j'appellerai *surfusion par précipitation*. Si l'on dissout un de ces corps solides dans un de ses dissolvants quelconque, l'acide acétique concentré, l'alcool, et si on les précipite par addition de l'eau, ces corps sont précipités non à l'état solide, mais en petits globules liquides, qui se rassemblent à la surface, s'unissent et se solidifient peu à peu. A l'aide d'une loupe, il est très facile d'observer cette solidification des globules nageant dans la masse liquide. Même si l'on précipite des

solutions refroidies au-dessous de zéro avec de l'eau froide, la solidification, quoique presque immédiate, est encore aisément visible.

» Je me propose d'étudier plus loin les chaleurs spécifiques d'autres liquides surfondus, ainsi que leurs coefficients de dilatation (¹). »

PHYSIQUE. — *Sur la solidification de quelques corps organiques.* Note de M. **Louis Bruner.**

« Il y a quelques années, dans son étude sur l'hydrate de chloral, M. Berthelot a fait remarquer que ce corps, malgré sa forme cristalline, en se solidifiant, ne revenait pas immédiatement à son état primitif et ne rendait que peu à peu la chaleur qu'il avait absorbée en fondant. Je me suis attaché à rechercher des faits analogues sur quelques corps organiques cristallisés, qui ont été l'objet de mes études.

» *Hydrate de bromal.* — Ce corps ne se dissolvant dans l'eau qu'avec une faible absorption de chaleur (environ 6^{Cal} par gramme), j'ai eu recours à l'action de la potasse, qui le décompose en bromoforme et formiate de potasse :

$$CBr^3CHO.H^2O + KOH = CHBr^3 + H^2O + HCO^2K.$$

» Cette réaction développe avec l'hydrate de bromal non fondu $+12^{Cal},08$. Si l'on prend de l'hydrate solidifié une heure avant l'expérience et non broyé au mortier, l'effet thermique de la réaction est porté à $16^{Cal},12$. Avec un échantillon broyé, le dégagement de chaleur, une heure après la solidification, est de $14^{Cal},68$. La différence, soit $4^{Cal},04$ et $2^{Cal},60$, représente une fraction de la chaleur de fusion, qui n'a pas été abandonnée par le corps solidifié. La chaleur retenue n'est rendue que successivement et avec une vitesse variable suivant le cas, par exemple :

I.

Durée après la solidification.	Chaleur dégagée.
	Cal
1 heure	+ 14,68
1 ½ heure	+ 14,20
19 heures	+ 13,51
4 jours	+ 12,00

II.

Durée après la solidification.	Chaleur dégagée.
	Cal
1 heure (hydrate non broyé)	+ 16,12
3 jours	+ 14,32
4 jours	+ 13,55
11 jours	+ 12,83

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

» Le thymol et même le menthol, malgré son apparence pâteuse après la solidification, ne retiennent aucune partie de leur chaleur de fusion, comme je m'en suis assuré en les dissolvant dans l'acide acétique concentré. Les nombres dans les limites d'erreurs sont identiques pour les corps récemment solidifiés et pour les corps conservés depuis longtemps. »

OPTIQUE. — *Sur la régularité du mouvement lumineux.* Note de M. **Gouy**.

« Dans un travail antérieur (¹), j'ai étudié les effets produits par les mouvements complexes qui constituent les rayons lumineux réels, et établi des relations théoriques, qui ont été depuis lors confirmées et développées par lord Rayleigh (²) et par M. A. Schuster (³), et commencent à former un corps de doctrine de quelque étendue. Parmi ces résultats, celui qui paraît avoir surtout attiré l'attention consiste en ce que, pour la lumière blanche, la production des franges d'interférences au moyen du spectroscope n'implique pas la régularité du mouvement lumineux incident. M. H. Poincaré vient de publier à ce sujet un travail (⁴), que l'importance de la question et l'autorité de ce savant m'obligent à examiner ici.

» Rappelons d'abord le point de départ de la théorie. Le mouvement lumineux complexe est représenté, à l'aide de la formule de Fourier, par la superposition d'un très grand nombre ou d'une infinité de mouvements simples, chacun d'eux étant parfaitement régulier, d'amplitude constante et de durée illimitée. Ce mouvement simple est précisément le mouvement lumineux idéal auquel s'appliquent en toute rigueur les formules de l'Optique ondulatoire; nous pouvons donc calculer, en un point donné d'un appareil optique, la vibration que produirait chacun de ces mouvements simples s'il existait seul. En raison du principe de la superposition des petits mouvements, la vibration réelle au point donné résultera de la superposition de toutes ces vibrations fictives calculées séparément.

(¹) Gouy, *Sur le mouvement lumineux* (*Journal de Physique;* 1886).

(²) Lord Rayleigh, *On the character of the complet radiation at a given temperature* (*Philosophical Magazine;* 1889). — *Wave theory* (*Encyclopædia britannica*).

(³) Arthur Schuster, *On interference phenomena* (*Philosophical Magazine;* 1894).

(⁴) H. Poincaré, *Sur le spectre cannelé* (*Comptes rendus,* 8 *avril* 1895).

» M. H. Poincaré, sans indiquer en quoi ce point de départ lui paraît défectueux, cherche à établir qu'il conduit à des résultats erronés.

» L'objection est relative à la formation des spectres, et peut se résumer ainsi : Le spectroscope isole ces mouvements simples les uns des autres; il en résulte qu'en chaque point du spectre l'intensité lumineuse doit être indépendante du temps, puisque chaque mouvement simple a une amplitude constante. Ainsi toutes les sources de lumière, même quand elles sont éteintes, même avant qu'elles commencent à briller, doivent donner un spectre d'éclat invariable, résultat inadmissible.

» Cette remarque bien simple n'a pas échappé aux partisans de la nouvelle théorie; s'ils ont passé outre, c'est que la difficulté disparaît quand on examine de plus près le mécanisme de l'analyse spectrale.

» Celle-ci n'a pas, à beaucoup près, l'efficacité absolue et parfaite que lui attribue le raisonnement qui précède. Le pouvoir séparateur que possède un spectroscope pour isoler des radiations de périodes voisines est limité par sa structure et ses dimensions; tel appareil séparera deux raies voisines qu'un autre, moins puissant, laissera confondues. Cette limitation du pouvoir séparateur est due à la diffraction, conséquence nécessaire de la nature de la lumière. En raison de la diffraction, chaque mouvement simple, s'il existait seul, produirait, dans le plan où se forme le spectre, un foyer physique d'une certaine étendue, qui coïnciderait à peu près avec le foyer physique que formerait tout autre mouvement simple de période très voisine. Il faut donc, pour calculer la vibration réelle en un point donné du spectre, tenir compte des vibrations fictives que produiraient en ce point un grand nombre ou une infinité de mouvements simples, qui diffèrent de période, de phase et d'amplitude [1]; rien ne s'oppose à ce que cette vibration réelle varie d'amplitude avec le temps, et s'annule lorsqu'il le faut.

» M. H. Poincaré calcule ensuite les effets d'un réseau sur des rayons qui ont passé par un appareil interférentiel, et déduit de l'existence du spectre cannelé de MM. Fizeau et Foncault la nécessité d'une certaine régularité dans les rayons incidents. M. H. Poincaré écrit que la vibration réelle, en un point M très éloigné, a son amplitude proportionnelle à $(1 + e^{iqh})$, ce qui exprime que les franges obscures sont parfaitement noires, et regarde cette proportionnalité comme résultant de l'expérience, quelle que soit la valeur de h (différence de marche en temps des deux faisceaux interférents) vis-à-vis de $\theta_1 - \theta_0$ (différence des temps de par-

---

(1) Gouy, *loc. cit.*, équation (8) et nos 4 et 5.

cours de la lumière des deux bords du réseau ([1]) au point considéré M).

» Mais l'expérience du spectre cannelé ne donne des franges parfaitement noires que si h est petit vis-à-vis de $\theta_1 - \theta_0$, en raison de la limitation du pouvoir séparateur du réseau; sans cela les franges trop resserrées empiètent les unes sur les autres, pâlissent et disparaissent bientôt. La loi expérimentale admise par M. H. Poincaré n'est donc exacte que lorsque h est petit vis-à-vis de $\theta_1 - \theta_0$, et c'est précisément le cas où le raisonnement tombe en défaut.

» Je crois, du reste, que nous devons nous garder de fonder nos spéculations théoriques sur la valeur de l'amplitude ou de l'intensité lumineuse à chaque instant; la seule chose que nous connaissions, c'est l'énergie moyenne de la radiation pendant un intervalle de temps qui comprend nécessairement un nombre immense de vibrations. Cette énergie moyenne, suivant l'opinion commune, est proportionnelle à la valeur moyenne du carré de la vitesse vibratoire, et se calcule aisément, dans un appareil optique quelconque, par la formule que j'ai donnée ([2]). Nous reconnaissons ainsi que, pour que le spectre cannelé se produise avec la lumière blanche, il n'est pas nécessaire de supposer la régularité du mouvement lumineux incident, et, plus généralement, que l'examen spectroscopique d'une source de lumière permet de prévoir complètement les effets qu'elle produira dans un appareil interférentiel, sans qu'il soit nécessaire de savoir à quel degré la régularité existe dans le mouvement lumineux ([3]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique des liquides sucrés.* Note de MM. **Gin** et **Leleux**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons été amenés, par nos recherches relatives à l'électrolyse des jus sucrés, à déterminer les résistances spécifiques des matières orga-

---

([1]) Le réseau est placé normalement aux rayons incidents.

([2]) *Loc. cit.*, équation (9).

([3]) Ceci suppose, bien entendu, qu'on dispose d'un spectroscope de puissance suffisante. Dans la pratique, nos spectroscopes actuels ne sont pas suffisants pour les raies lumineuses les plus fines; c'est alors le phénomène d'interférence qui peut nous renseigner sur la largeur et la forme de la raie, suivant la méthode de M. Michelson. On remarquera que cette méthode n'est correcte qu'en raison de la relation qui vient d'être énoncée.

niques en solution dans les jus de betterave et de canne. Pour coordonner l'étude de ces liquides complexes, nous avons d'abord opéré sur des solutions de saccharose pur dans l'eau distillée.

» *Principe de la méthode.* — L'appareil employé était basé sur le principe de la méthode imaginée par M. Lippmann. Le liquide à étudier était contenu dans un tube en verre cylindrique parfaitement calibré, fermé à ses extrémités par des obturateurs métalliques rodés formant électrodes et amenant le courant fourni par une batterie d'accumulateurs. (Les solutions de saccharose s'électrolysant très difficilement, il était inutile de faire usage d'électrodes impolarisables.) L'intensité I du courant était mesurée à l'aide d'un galvanomètre placé en dérivation aux deux extrémités d'une résistance connue interposée dans le circuit principal. On observait la différence de potentiel e entre deux points choisis sur une même génératrice du tube et reliés par des fils aux bornes d'un électromètre à quadrants de M. Mascart.

» La distance l de ces deux points et la section s du tube étant connues, on avait

$$\rho_t = \frac{e}{I}\frac{S}{l}$$

$\left(\rho_t\right.$ correspondant à la température et à une densité de courant $\left.\frac{I}{S}\right)$.

» *Résistances en fonction de la concentration.* — Les solutions soumises aux essais avaient été obtenues en dissolvant, dans de l'eau plusieurs fois distillée, du sucre aussi parfaitement purifié que possible par des cristallisations, lavages et essorages successifs. On mesurait la concentration par le multiple ou fraction de *molécule-gramme* (342^{gr}) contenu dans un litre de solution. Pour éviter toute altération, les solutions étaient préparées au fur et à mesure des déterminations.

» Voici les conclusions qui découlent de nos observations :

» La résistance électrique d'une solution de saccharose est fonction de la concentration ; la résistance minima correspond à une dilution un peu supérieure à une molécule-gramme pour 10 litres de solution ; la résistance augmente avec la concentration suivant une expression de la forme

$$y = a - bx + cx^2$$

(x, multiple ou fraction de molécule-gramme par litre).

» Pour des valeurs de x, comprises entre 0,1 et 2, on peut écrire :

$$y = 52.160 - 3040x + 18980x^2.$$

» La densité du sucre cristallisé (concentration-limite) étant 1,5893, on obtiendrait sa résistance électrique, si la loi citée se continue, en faisant

$$x = 4{,}647,$$

ce qui donne $y = 448{,}000$ ohms-centimètres.

» Nous nous proposons de déterminer prochainement cette valeur.

» *Résistances en fonction de la température.* — L'appareil employé pour ces mesures était disposé de manière à pouvoir faire varier la température et la mesurer en même temps que la résistance correspondante.

» Voici le résultat de nos observations :

» La résistance électrique d'une solution de saccharose est fonction de la température; pour une densité de courant déterminée, cette fonction peut être représentée par une expression de la forme

$$y = \mathrm{A} - \mathrm{B}t + \mathrm{C}t^2.$$

» Pour des concentrations diverses, les résistances très différentes à la température ordinaire tendent vers une valeur commune minima, correspondante à la température d'ébullition de chaque solution. La valeur de cette résistance minima, déduite de la formule citée, est $y = \mathrm{A} - \frac{\mathrm{B}^2}{4\mathrm{C}}$; elle est comprise entre 16000 et 17000 ohms-centimètres.

» Voici les valeurs de A, B, C, pour quelques concentrations :

x....	0,1	0,5	1	1,50	2
A....	65,840	70,560	87,733	118,980	160,070
B....	— 993	—1,072	—1,407	—1,998	— 2,780
C....	+4,964	+5,333	+6,964	+9,796	—13,497

» *Résistances en fonction de la densité du courant.* — Nous avons fait varier la densité du courant entre un dixième de milliampère et dix milliampères par centimètre carré, et nous avons mesuré ainsi une série de valeurs de ρ. En traçant la courbe de ces valeurs, nous avons pu l'identifier très sensiblement avec une autre courbe de la forme

$$y = \alpha - \beta\left(1 + \frac{1}{x}\right)^x.$$

Voici le résumé de nos observations :

» 1° La résistance électrique d'un électrolyte mauvais conducteur est

fonction de la densité du courant; la loi qui caractérise cette fonction peut être exprimée analytiquement par la formule

$$\gamma = \alpha - \beta\left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$$

(x, densité du courant, en milliampères par centimètre carré).

» Comme on le voit, les variations de cette fonction, très sensibles pour les valeurs très petites de x, s'atténuent très rapidement dès que l'on fait croître x, et tendent vers $\alpha - \beta e$, asymptote de la courbe trouvée.

» 2° β diminue très rapidement avec α et peut être considéré comme nul pour les électrolytes bons conducteurs.

» On peut appliquer les hypothèses d'Arrhénius à l'explication de ces phénomènes, en supposant que le courant traversant un électrolyte aurait pour première action de vaincre la tension interne qui retient les *ions* à l'état de molécules *électriquement neutres*, inaptes à convoyer le courant.

» La proportion de molécules inactives dissociées en *ions actifs* serait fonction de la densité du courant, et la conductibilité ou la résistance étant fonctions de l'état d'*ionisation* de l'électrolyte le seraient aussi de la densité du courant.

» On conçoit encore que l'influence de la densité du courant soit nulle ou peu sensible pour les électrolytes bons conducteurs comportant une forte proportion d'ions actifs ou des molécules inactives dont l'ionisation est facile. Enfin, la densité du courant aura une action d'autant plus atténuée que l'on se rapprochera davantage de la *limite de dilution*, pour laquelle le *coefficient d'activité* est égal à 1.

» Ces suppositions expliquent également l'observation suivante :

» Le passage d'un courant dans un électrolyte mauvais conducteur produit une ionisation telle que la résistance constante mesurée au temps θ soit plus faible que la résistance mesurée au temps o. Cette ionisation persiste pendant un certain temps.

» Les déterminations précédentes ont eu lieu au Laboratoire central d'Électricité, sous la direction de M. de Nerville, avec le concours de MM. Taboury, Vigneron, Herrenschmidt ; elles ont été vérifiées en grande partie par M. Goëtzen, à l'Institut électro-chimique Montefiore, à Liége. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les chaleurs de combinaison du mercure avec les éléments.* Note de M. **Raoul Varet**.

« Dans une précédente Communication, j'ai déterminé la chaleur de combinaison du mercure avec l'iode en dissolvant ce métal dans une solution concentrée d'iode dans l'iodure de potassium. L'état initial et l'état final étant parfaitement définis, les causes de grosses erreurs se trouvent écartées. Mais, dans les conditions où je l'ai appliquée, cette méthode manque de sensibilité ; il suffit en effet, dans chacune des déterminations effectuées, d'une différence de 0°,002 dans l'évaluation des élévations de température pour faire varier le résultat final de $0^{Cal},4$.

» Aussi, ayant préparé les principaux sels mercureux dans un grand état de pureté, j'ai mis cette circonstance à profit pour instituer de nouvelles expériences.

» Dans un premier essai, on fait agir sur le sel mercureux mis en œuvre un excès d'iodure de potassium dissous. Il y a précipitation à l'état métallique de la moitié du mercure.

» Dans une seconde expérience, on emploie la même solution d'iodure alcalin, mais additionnée d'iode ; dans ce cas, tout le mercure est transformé en iodure mercurique.

» En tenant compte de la chaleur de dissolution de l'iode dans l'iodure de potassium et des actions réciproques qui s'exercent entre les sels dissous, on peut calculer rigoureusement la chaleur de combinaison du mercure avec l'iode.

		Cal
1	Hg^2I^2 jaune solide + 12,5KI dissous = Hg liquide + HgI^2 diss. + 12,5KI diss. dégage..................	+ 1,95
	Hg^2I^2 sol. + 12,5KI diss. + 5I diss. = 2HgI^2 diss. + 3I diss. + 12,5KI diss. »	+32,95

» Sachant que la dissolution de l'iode dans l'iodure de potassium absorbe $-0^{cal},2$ et que la dissolution de l'iodure mercurique dans les mêmes conditions dégage $+5^{Cal},6$, on en déduit

		Cal
	Hg liquide + I^2 solide = HgI^2 rouge solide, dégage..................	+25,2
2	Hg^2Cl^2 sol. + 12,5KI diss. = Hg liq. + HgI^2 diss. + 10,5KI diss. + 2KCl diss...............	20,4
	Hg^2Cl^2 sol. + 12,5KI diss. + 5I diss. = 2HgI^2 diss. + 3I diss. + 10,5KI diss. + 2KCl diss.............	51,5
	Différence des actions réciproques des sels dissous dans les deux essais..	+ 0,1

» On en conclut

		Cal
	Hg liq. + I^2 sol. = HgI^2 rouge sol. dégage	+25,2
3	Hg^2SO sol. + 12,5 KI diss. = Hg liq. + HgI^2 diss. + K^2SO^4 diss. + 10,5 KI diss.	+44,1
	Hg^2SO^4 sol. + 12,5 KI diss. + 5I diss. = 2HgI^2 diss. + 3I diss. + 10,5 KI diss. + K^2SO^4 diss.	+75,0
	Différence des actions réciproques des sels dissous	+ 0,1

» D'où l'on tire :

	Hg liq. + I^2 sol. = HgI^2 rouge sol.	+25,0
4	$Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol. + 12,5 KI diss. = Hg liq. + HgI^2 diss. + 2K$C^2H^3O^2$ diss + 10,5 KI diss	+36,6
	$Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol. + 12,5 KI diss. + 5I diss. = 2HgI^2 diss. + 3I diss. + 2K$C^2H^3O^2$ diss. + 10,5 KI diss	+67,7
	Différence des actions réciproques des sels dissous	+ 0,1

» D'où l'on déduit :

	Hg liq. + I^2 sol. = HgI^2 rouge sol.	+25,2
5	$Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 12,5 KI diss. = Hg liq. + HgI^2 diss. + 2KAzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI diss.	+46,4
	$Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 12,5 KI diss. + 5I diss. = 2HgI^2 diss. + 2KAzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI diss. + 3I diss.	+77,7
	Différence des actions réciproques des sels dissous	+ 0,2

» D'où l'on conclut :

Hg liq. + I^2 sol. = HgI^2 rouge sol. .... +25,3

» J'adopterai comme moyenne générale :

Hg liq. + I^2 sol. = HgI^2 rouge sol. .... +25,2

» *Chaleur d'oxydation du mercure.* — De ces résultats et de ceux que j'ai obtenus précédemment, pour la chaleur de bromuration du mercure, on déduit, en utilisant les valeurs obtenues par M. Berthelot pour la neutralisation des hydracides par l'oxyde de mercure :

Hg liq. + O gaz = HgO sol. dégage 21,5

» En résumé, on a, pour les chaleurs de combinaison du mercure avec

les principaux éléments, les valeurs suivantes :

			Cal
Hg liq. + Cl^2	= HgCl^2 sol. dégage		+53,3
Hg liq. + Br^2 liq.	= HgBr^2 sol. dégage		+40,6
Hg liq. + I^2 sol.	= HgI^2 sol.	rouge dégage	+25,2
		jaune »	+22,2
Hg liq. + O gaz	= HgO sol. (jaune ou rouge) dégage		+21,5

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action des combinaisons halogénées du phosphore sur le cuivre métallique.* Note de M. A. GRANGER, présentée par M. Troost.

« Dans une Note [1] que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai montré que le mercure chauffé avec du biiodure de phosphore se transformait en iodure mercurique et en phosphure de mercure. J'ai pensé que, en faisant réagir sur d'autres métaux les combinaisons du phosphore avec les halogènes, il me serait possible de préparer un certain nombre de phosphures; ce sont les résultats obtenus en appliquant cette méthode au cuivre métallique qui font l'objet de la présente Communication.

» Quand on chauffe du cuivre avec du trichlorure ou du tribromure de phosphore à 300° en tubes scellés, il y a réaction et formation de phosphure de cuivre et de chlorure ou de bromure de cuivre. Le phosphure de cuivre ainsi préparé ne peut être séparé des autres composés cuivriques avec lesquels il est mélangé; les dissolvants que j'ai essayés, ou bien réagissaient sur le trichlorure et le tribromure de phosphore imprégnant la masse et altéraient le produit, ou bien étaient sans action. L'action de la chaleur ne m'a pas permis non plus d'effectuer la séparation de ces divers corps, le phosphure de cuivre se décomposant facilement; en outre, pendant la manipulation, il se produisait une altération par suite de l'humidité atmosphérique.

» Le biiodure de phosphore ne m'a donné, dans les mêmes conditions, qu'une attaque imparfaite.

» J'ai fait alors passer, sur du cuivre légèrement chauffé, des vapeurs de trichlorure de phosphore entraîné par un courant de gaz carbonique. Il se forme, dans ces conditions, un corps solide cristallisé, dont la couleur et l'éclat rappellent le silicium, et qui est un biphosphure de cuivre. Il se

[1] *Comptes rendus*, t. CXV, p. 229.

produit en même temps du chlorure cuivreux qui va se déposer à l'extrémité du tube.

» Le phosphure est lavé avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque chaude, puis avec de l'acide chlorhydrique faible et enfin à l'eau distillée.

» Le biphosphure de cuivre a pour formule CuP^2 ([1]); il est facilement attaqué par le chlore, le brome et l'acide azotique; l'acide chlorhydrique l'attaque plus lentement. La chaleur le décompose en phosphure de cuivre et phosphore. Chauffé à l'air, il s'oxyde; mélangé à des corps oxydants, tels que le chlorate de potassium, il détone sous le choc.

» Quand on remplace le trichlorure de phosphore par le tribromure ou le biiodure de phosphore, le même corps se produit; il n'en est plus de même quand on emploie le trifluorure de phosphore, l'attaque ne se produit qu'au rouge vif, et c'est alors le phosphure Cu^5P^2 qui se produit. J'ai décrit ce corps précédemment ([2]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le manganèse.* Note de M. **Charles Lepierre**, présentée par M. Schützenberger.

« Poursuivant l'étude de l'action du sulfate d'ammonium fondu ou mieux du bisulfate sur les différents sels métalliques, étude commencée avec M. Lachaud, j'indiquerai aujourd'hui les résultats obtenus avec le manganèse.

» A. $2SO^4Mn.SO^4Am^2$. — En ajoutant au bisulfate d'ammonium, le cinquième environ de son poids de sulfate de manganèse cristallisé, on obtient, après élimination de l'eau de cristallisation (180°-200°), un dépôt formé de gros cristaux dérivés du système cubique et qui, après décantation de l'excès de sel ammoniacal et purification par l'alcool à 70° bouillant, correspond à la formule ci-dessus. Le sel qui reste en suspension dans le bain a la même composition.

» On arrive aux mêmes résultats en ajoutant de l'acide sulfurique pur au bisulfate d'ammonium. Le sulfate neutre d'ammonium fournit le même corps, mais la séparation en est difficile, étant donnée l'insolubilité dans l'alcool du sulfate neutre et, de plus, la température de décomposition de ce dernier coïncide avec la décomposition du sel double.

([1]) L'analyse donne Cu 50,88, P 48,57; la théorie exige Cu 50,60, P 49,60.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 1041.

» Le sel double anhydre et cristallisé est blanc ou jaune pâle, quand les cristaux sont plus volumineux. Densité 2,56 à 14°, c'est-à-dire sensiblement égale à la moyenne des densités des sels constituants. L'eau l'attaque très rapidement; la solution évaporée ne donne pas le sel double hydraté correspondant, mais bien le sel double de la série magnésienne

$$SO^4Mn . SO^4Am^2 . 6H^2O.$$

» Je rappelle qu'il en a été de même avec le cobalt et le nickel.

» B. SO^4Mn. — En chauffant le sel anhydre précédent, soit seul, soit au sein du liquide de formation, il se transforme vers 350° en sulfate manganeux anhydre et également cristallisé que l'on sépare facilement en éliminant les sels ammoniacaux par la chaleur, au-dessous du rouge sombre.

» Ce sel est très avide d'eau; densité 3,14 à 12°.

» On voit, par ces expériences, que le manganèse se comporte comme le nickel et le cobalt, étudiés par nous ([1]), et qu'il ne donne pas de sels suroxygénés, comme dans le cas du fer ([2]).

» C. *Sels manganiques*. — On connaît très peu de sels manganiques. J'ai cherché à en préparer par voie indirecte, en utilisant la même réaction. On ajoute au bain de bisulfate, soit du sulfate manganique pur, soit de l'alun manganico-ammonique hydraté; ou bien, on forme celui-ci par oxydation dans le bain même par une méthode semblable à celle indiquée par M. Etard, qui a ainsi obtenu différents sels manganiques doubles.

» Pour cela, on chauffe un mélange de bisulfate d'ammonium et de sulfate manganeux. Quand toute l'eau s'est dégagée et que le sel $2SO^4Mn . SO^4Am^2$ s'est formé, on ajoute peu à peu un mélange à volumes égaux d'acides azotique et sulfurique purs; le liquide devient de plus en plus violet et bientôt se forment de jolis cristaux hexagonaux brun violet.

» On cesse de chauffer pour éviter la décomposition du sel manganique ainsi formé. On filtre à la trompe, sur de l'asbeste, le liquide encore chaud; on le lave avec de l'acide sulfurique concentré et pur chauffé à 100° pour dissoudre l'excès de sulfate ammoniacal; on élimine l'excès d'acide sulfurique par lavages à l'acide acétique cristallisable, suivi d'éther anhydre. Cette préparation est délicate pour éviter toute trace d'eau.

» Le produit ainsi obtenu répond exactement à la formule de l'alun *ammoniaco*-manganique anhydre :

$$(SO^4)^3Mn^2 . SO^4Am^2.$$

([1]) *Comptes rendus*, 11 juillet 1892.
([2]) *Comptes rendus*, 11 avril 1892.

» Il présente toutes les réactions des sels manganiques. Sa formation s'explique par oxydation directe de $2SO^4Mn.SO^4Am^2$ et fixation de SO^3.

» Cet alun a pour densité 2,40 à 11°; il est attaqué immédiatement par l'eau qui, à froid et ajoutée rapidement en grand excès, fournit l'oxyde, Mn^2O^3, pseudomorphe de l'alun anhydre; à chaud, il se forme de l'hydrate manganique. L'acide sulfurique pur ne le dissout pas; le même acide additionné de son volume d'eau dissout le sel en donnant une solution violet foncé, que la chaleur décompose. Insoluble dans l'éther et la benzine.

» Chauffé au sein du liquide de formation ou seul, il se décompose en dégageant de l'anhydride sulfurique et de l'oxygène; le liquide se décolore et il se forme un précipité cristallin du sel double déjà décrit qui, à son tour, se décomposera, en laissant le sulfate manganeux

$$(SO^4)^3Mn^2.SO^4Am^2 = O + SO^3 + 2SO^4Mn.SO^4Am^2.$$

» Si, dans la préparation de l'alun anhydre, on fait varier le radical hexatomique par addition de sulfate ferrique, chromique ou aluminique, on obtient des aluns ammoniaco, mixtes, hexagonaux et anhydres, qui renferment Fe^2, Al^2, Cr^2 remplaçant isomorphiquement Mn^2. Il en est de même si la variation porte sur le groupe monoatomique, qui peut contenir isomorphiquement K, Na, AzH^4 et peut-être Tl (¹).

» Ces mélanges d'aluns isomorphes jouissent de propriétés dépendant de la proportion relative des composants du radical hexatomique

» M. Klobb a déjà donné des exemples de ces mélanges d'aluns isomorphes (²).

» Le sulfate manganeux hydraté (1 partie), chauffé avec 10 parties de $KAzO^3$ fondu, se transforme, après quelques heures, en une poudre brune formée de houppes cristallisées, de densité 3,41 et constituées par le manganite de manganèse $5MnO^2.MnO$ préparé jusqu'à présent par voie humide et non cristallisé (³).

» Dans les mêmes conditions, le carbonate de manganèse, amorphe, donne l'oxyde Mn^2O^3 anhydre et confusément cristallin. Enfin, l'azotate manganeux donne l'oxyde $3MnO^2.MnO$. »

(¹) Je me propose d'étudier complètement la question pour le thallium, dont le sulfate thallique pourrait jouer le rôle de radical hexatomique, le sulfate thalleux jouant celui de métal alcalin.

(²) *Comptes rendus*, 7 août 1893.

(³) Ox. disponible : Théorie 15,81 ; Trouvé 15,89.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Amides et acides campholéniques.* Note de M. A. **Béhal**, présentée par M. Friedel.

« J'ai signalé (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 799) l'existence de trois amides campholéniques, fondant respectivement à 83°, à 92°, à 124°, 125°, 126° et 127° suivant les différents auteurs. Depuis, j'ai communiqué à la Société chimique l'existence d'une quatrième amide fondant à 106°.

» Je me suis occupé tout d'abord de préparer à volonté ces amides, et voici comment on y arrive.

» Si l'on traite la camphoroxime par le double de son poids d'acide chlorhydrique pur en solution aqueuse et que l'on chauffe le tout au bain-marie à l'ébullition, on obtient un nitrile campholénique. Celui-ci, hydraté par la potasse alcoolique, donne une amide qui, purifiée, fond en réalité à 86°-87°.

» Si l'on traite la camphoroxime par le chlorure d'acétyle ou le chlorure de thionyle employés en quantité un peu supérieure à celle qu'exige la théorie, en prenant soin d'opérer à froid dans la glace, on obtient un nitrile qui, hydraté par la potasse alcoolique fournit une amide fondant à 130°, 5.

» Si, opérant avec le chlorure d'acétyle, une fois la réaction terminée, on chauffe le tout au bain-marie pendant environ dix minutes, on obtient un nitrile donnant l'amide fondant à 106°.

» Si, enfin, on maintient la température plus longtemps, on obtient un nitrile donnant l'amide fusible à 92°.

» Pour faire l'hydratation des nitriles, on opère dans tous les cas de la façon suivante. On additionne le nitrile d'un poids égal d'alcool à 95° renfermant en dissolution un poids de potasse égal à la moitié du poids du nitrile employé. On chauffe au bain-marie à l'ébullition pendant une demi-heure. Il se dégage un peu d'ammoniaque. On neutralise la solution alcoolique refroidie par l'acide chlorhydrique étendu. On distille l'alcool au bain-marie, et l'on entraîne ensuite le nitrile non hydraté par un courant de vapeur d'eau; l'amide reste comme résidu.

» On la purifie par cristallisations.

» L'amide fondant à 86° se présente en aiguilles soyeuses très solubles dans l'alcool concentré.

» Elle s'altère au contact de l'air et surtout en présence de la lumière solaire; elle prend une teinte jaune et acquiert une odeur de safran.

» L'amide fondant à 130°, 5 cristallise au mieux dans deux fois son poids d'alcool à 60°. Elle forme des aiguilles prismatiques. C'est elle qui constitue probablement l'amide campholénique connue jusqu'ici, et fusible de 124° à 127°. Elle est peu soluble dans le toluène.

» L'amide fondant à 106° est en larges lamelles, plus solubles dans l'eau et le toluène que l'amide fondant à 130°. Elle a été purifiée par cristallisation dans l'eau, dans l'alcool à 60°, puis deux fois dans le toluène et finalement dans l'eau. Elle n'a varié comme point de fusion que d'un degré dans ces différentes cristallisations. Elle fond

bien et cependant, pas plus que l'amide fondant à 92°, elle ne constitue une espèce chimique.

» Cette amide présentant tous les caractères d'une espèce chimique à l'état de pureté, d'une forme cristalline, d'une solubilité spéciale, donnant d'excellents chiffres à l'analyse, a fourni par hydratation complète un mélange de deux acides campholéniques, l'un fusible à 50° et que j'ai déjà décrit, l'autre liquide et bouillant à 152° sous 13^{mm}.

» Ayant trouvé que les acides campholéniques ne peuvent pas, sous l'influence de la potasse alcoolique, se transformer l'un dans l'autre, j'en suis venu à douter de la pureté de mon amide, et je l'ai fait recristalliser dans deux fois son poids d'alcool à 60° un certain nombre de fois. La première cristallisation a élevé le point de fusion de 1°, puis, successivement, il est monté de 107° à 110°, 115°, 125° et finalement à 130°; en même temps on pouvait isoler des alcools mères de l'amide fondant à 85°.

» La conclusion à tirer de là est que l'amide fondant à 106° est une combinaison moléculaire des amides fondant à 86° et 130°,5, combinaison indestructible par l'eau et le toluène, mais dissociable par l'alcool à 60°. L'amide fusible à 92° s'est de même dissociée en amide fondant à 86° et amide fondant à 130°.

» En résumé, il ne reste, au point de vue chimique, que deux amides campholéniques fusibles respectivement à 86° et à 130°,5.

» J'ai cherché à réaliser le passage de l'une à l'autre et cela avec succès. L'amide fondant à 130°,5 chauffée avec de l'acide chlorhydrique en présence d'alcool étendu donne l'amide fondant à 86°.

» L'acide iodhydrique donne, en solution benzénique, naissance à une réaction intéressante. Si, dans une solution benzénique d'amide fondant à 130°,5, on fait passer un courant d'acide iodhydrique sec, il y a combinaison avec élévation de température.

» L'amide fixe deux molécules d'acide iodhydrique et se dépose de la solution benzénique. On peut essorer la masse cristalline et la recueillir.

» Cette fixation de deux molécules d'acide iodhydrique est due à ce que la fonction éthylénique de l'acide en fixe une et que la fonction amide fixe l'autre.

» Si l'on traite ce diiodhydrate immédiatement après sa formation par le bicarbonate de soude en présence de l'eau, l'acide iodhydrique est éliminé et l'on obtient l'amide primitive fusible à 130°5. Si l'on conserve dans le vide sec ce dérivé, il perd de l'acide iodhydrique; mais, au bout de quarante-huit heures, régénère encore, par le bicarbonate de soude en présence de l'eau, l'amide fondant à 130°,5; mais si on l'abandonne qua-

rante-huit heures au contact de l'air, la réaction est tout autre, on obtient un produit complètement soluble dans l'eau à froid en présence du bicarbonate, mais qui, à chaud, donne l'olide campholénique et l'amide fondant à 86°.

» L'olide campholénique tout à fait pure distille à l'air sans décomposition à 258° sous 760mm. Elle présente une odeur de camphre mélangé de moisi (bornéol). L'oxyacide correspondant n'est pas stable ; sitôt qu'on le met en liberté d'un de ces sels, il donne son olide.

» Elle se présente sous deux états : l'un constitue une forme gélatineuse à angles arrondis présentant les formes les plus bizarres, l'autre au contraire est très bien cristallisé.

» La forme gélatinoïde refroidie donne la forme cristalline qui persiste parfois vingt-quatre, quarante-huit heures ou même un temps plus long suivant la température. La masse fondue donne la forme gélatinoïde. Ces deux variétés fondent à 30°. Peut-être présentent-elles un état de condensation différent à l'état solide.

» J'ai essayé ensuite de passer de l'acide campholénique liquide à l'acide solide. Si l'on éthérifie par l'acide chlorhydrique en solution alcoolique cet acide, l'éther éthylique obtenu saponifié donne l'acide solide. En revanche, si l'on transforme le sel de soude de l'acide liquide en éther par l'iodure d'éthyle, l'éther obtenu saponifié régénère l'acide liquide.

» L'acide fusible à 50° à l'état de sel ammoniacal chauffé à 280° donne avec des produits de décomposition (CO^2, AzH^3, campholène) l'amide fusible à 86°; l'acide liquide donne, au contraire, d'après les expériences de MM. A. Goldschmidt et Zurrer, l'amide fusible à 130°, 5.

» Ces deux acides, donnant le même campholène, sont très voisins.

» Comme l'acide liquide, le nitrile et l'amide correspondants possèdent le pouvoir rotatoire, tandis que l'acide solide, le nitrile et l'amide correspondants ne le possèdent point : on pourrait croire que l'isomérie se rattache au pouvoir rotatoire, l'acide solide étant le racémique de l'acide liquide. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai tenté de dédoubler cet acide, au moyen des sels de strychnine et de cinchonine.

» Le campholénate de strychnine a bien cristallisé en solution hydroalcoolique en longues aiguilles, à point de fusion très élevé; le campholénate de cinchonine qui, dans la plupart des dissolvants, se précipitait huileux, a donné, dans un mélange d'eau, d'alcool et d'acétone de très belles houppes cristallines fusibles à 195°-200° en se décomposant; mais ces deux sels ont régénéré l'acide fusible à 50° qui, dès lors, n'a pas été dédoublé. J'essaye la méthode des moisissures, et si elle donne des résul-

tats négatifs ou un acide différent du précédent, on sera conduit à envisager leur isomérie comme étant analogue à celle des acides fumarique et maléique, ce qui, dès maintenant, semble l'hypothèse la plus plausible. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons doubles du chlorure d'aluminium anhydre avec les composés nitrés appartenant à la série aromatique.* Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« En faisant agir le chlorure d'aluminium anhydre sur le nitrobenzène en solution dans la ligroïne MM. Stockhausen et Gattermann (¹) ont obtenu un composé cristallisé de la formule $Al^2Cl^6, 2C^6H^5AzO^2$; il est analogue à ceux que M. Louïse et moi avions annoncés antérieurement (²) sans en préciser la composition.

» Dans l'étude que je poursuis depuis cette première Communication, j'ai pu constater que la plupart des composés appartenant aux fonctions diverses de la Chimie organique se combinent au chlorure d'aluminium. Je fais connaître dans cette Note mes expériences sur les composés nitrés en général; toutefois je citerai pour mémoire la combinaison donnée par le nitrobenzène : j'ai rendu plus nette sa préparation en donnant naissance au nouveau composé dans un milieu qui le dissout et l'abandonne parfaitement cristallisé.

» *Nitrobenzène.* — Lorsqu'on chauffe à reflux 5^{gr} de nitrobenzène (2 molécules) dans 500^{cc} de sulfure de carbone et qu'on ajoute 5^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre (1 molécule), la dissolution de ce dernier est complète et la liqueur limpide abandonne par refroidissement de grandes lamelles cristallines pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur.

» Ces cristaux sont jaunes, se clivent facilement et fondent à 85°-87° en un liquide également jaune se décomposant subitement à une température plus élevée. Ce produit est soluble dans le tétrachlorure de carbone et le chloroforme, mais la ligroïne ne le dissout que très incomplètement. Exposé à l'air humide ou traité par l'eau, il régénère le nitrobenzène et du chlorure d'aluminium plus ou moins dissocié.

» *Paranitrotoluène.* — Le paranitrotoluène, dans les mêmes conditions, donne aussi de grandes lamelles jaunes fondant à 105° en un liquide qui reste facilement en surfusion et finit par se prendre en une masse cristalline.

(¹) *Berichte*, t. XXV, p. 3521.
(²) *Comptes rendus*, mai 1892.

» Ces cristaux ont pour composition $Al^2Cl^6, 2C^6H^4 \begin{cases} CH^3 (1) \\ AzO^2 (4) \end{cases}$.

» *Nitronaphtalène α.* — Lorsqu'on ajoute à une solution de nitronaphtalène α, dans le sulfure de carbone, du chlorure d'aluminium anhydre et bien pulvérisé, ce dernier se combine immédiatement en donnant un produit rouge cramoisi; celui-ci étant peu soluble à froid, dans le sulfure de carbone, recouvre le chlorure d'aluminium non combiné, et sa production se trouve nécessairement limitée. Mais si l'on élève la température, on arrive, après ébullition du sulfure de carbone, à en dissoudre assez pour obtenir par refroidissement une quantité notable de petites aiguilles rouges. Ces cristaux fondent à 115° en un liquide brun se décomposant brusquement vers 130°. Ils jaunissent à l'air humide en régénérant le nitronaphtalène α. L'addition d'eau produit immédiatement leur décomposition. L'analyse conduit à la formule $Al^2Cl^6, 2C^{10}H^7AzO^2$.

» *Dinitrobenzène méta* et *dinitrotoluène* 1. 2. 3. — Les hydrocarbures dinitrés sont capables, comme les carbures mononitrés, de se combiner au chlorure d'aluminium anhydre; mais ces combinaisons s'effectuent beaucoup plus difficilement.

» Avec le dinitrobenzène méta, on obtient de petites écailles jaunâtres peu solubles dans le sulfure de carbone, se dissolvant facilement dans le tétrachlorure de carbone et le chloroforme et fondant à 65°-67°. Ce produit, très altérable à l'air humide, répond à la formule

$$Al^2Cl^6, 2C^6H^4 \begin{cases} AzO^2 (1) \\ AzO^2 (3) \end{cases}.$$

» Le dinitrotoluène 1. 2. 4 donne une huile jaunâtre se solidifiant difficilement par refroidissement en une masse amorphe altérable à l'air humide et qui, décomposée par l'eau, régénère le dinitrotoluène.

» *Paranitranisol.* — Le chlorure d'aluminium, ajouté au paranitranisol fondu, se combine d'une façon évidente; mais, par refroidissement, le liquide se prend en une masse amorphe, qui n'offre aucune garantie pour l'analyse.

» Si l'on opère en présence de sulfure de carbone avec des proportions convenablement choisies pour les trois corps, on obtient, par refroidissement du dissolvant, de petits cristaux jaunes fondant à 120° en un liquide orangé à fluorescence violette. Ces cristaux répondent à la formule

$$Al^2Cl^6, 2C^6H^4 \begin{cases} OCH^3 \ (2) \\ AzO^2 \ (4) \end{cases}.$$

» L'orthonitranisol se combine également au chlorure d'aluminium dans les mêmes conditions que son isomère, mais la combinaison est liquide; elle s'effectue difficilement, à cause de la saponification d'une grande partie de l'éther phénolique par le chlorure d'aluminium, qui réagit secondairement sur l'orthonitrophénol formé.

» Suivant MM. Stockhausen et Gattermann ([1]), le chlorure d'acétyle se fixe sur l'orthonitranisol et l'orthonitrophénétol en présence de chlorure d'aluminium d'après la méthode de MM. Friedel et Crafts.

» Les expériences suivantes semblent prouver que cette méthode n'est plus applicable quand il s'agit de fixer des résidus d'acides sur les carbures nitrés. Elles ont été effectuées de trois manières différentes avec les chlorures de benzoyle et d'acétyle, et le nitrobenzène, le paranitrotoluène, le nitronaphtalène α, etc., etc., sans dissolvant et en solution sulfocarbonique.

» 1° Le carbure nitré était mélangé au chlorure d'acide, et le chlorure d'aluminium était ajouté peu à peu ;

» 2° Le chlorure d'acide agissait sur la combinaison double du corps nitré avec le chlorure d'aluminium ;

» 3° Le carbure nitré agissait sur la combinaison double du chlorure d'acide avec le chlorure d'aluminium.

» Dans le premier cas, il se forme exclusivement la combinaison double du chlorure d'aluminium avec le carbure nitré.

» Dans le deuxième, la combinaison double est à peine altérée.

» Dans le troisième enfin, le chlorure d'acide est mis en liberté par le carbure nitré qui le remplace dans la combinaison double.

» Ainsi donc, dans les conditions d'expériences indiquées ci-dessus, la substitution ne s'effectue pas, probablement à cause de la grande stabilité de la combinaison double du chlorure d'aluminium avec le carbure nitré ([2]). »

([1]) *Berichte*, t. XXV, p. 3521.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'erreur qu'on peut commettre, par l'emploi de la liqueur de Fehling, pour la recherche du sucre dans les urines des personnes soumises au traitement du sulfonal.* Note de M. **Ph. Lafon**, présentée par M. Schützenberger.

« Une personne qui, en 1891, excrétait 183^{gr} de sucre en 24 heures, et dont le sucre avait disparu après quelques mois de traitement, prend depuis deux mois, par jour, des doses médicamenteuses de sulfonal : $0^{gr},75$ à 1^{gr}. Dans les analyses que nous effectuons fréquemment, depuis le traitement au sulfonal, nous avons toujours constaté avec la liqueur de Fehling, par une ébullition un peu prolongée, un précipité notable, de couleur jaune, d'oxyde de cuivre, qui accuserait la présence du sucre, sans d'autres précautions. Ces mêmes urines, examinées au polari-saccharimètre à lumière monochromatique jaune sodique, ne donnent aucune déviation à droite, caractère du sucre diabétique, mais une légère déviation à gauche, presque inappréciable. Nos recherches ont porté sur vingt examens ; dans toutes ces analyses, nous avons eu nettement avec la liqueur de Fehling la réaction du sucre diabétique et point de déviation à droite au polarimètre ; donc pas de sucre.

» La réduction de la liqueur de Fehling n'est pas due, au moins en majorité, au produit de transformation dans l'économie du sulfonal, car l'addition d'une dose médicamenteuse de sulfonal (1^{gr} par litre), dans une urine absolument indemne de sucre, donne exactement la même réduction du sucre.

» Cette constatation, qui n'a pas encore été mentionnée, à notre connaissance, dans les divers travaux sur le sulfonal, nous semble intéressante à signaler. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la panification du pain bis.* Note de M. **James Chappuis**.

M. **James Chappuis** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 1er avril 1895 et dont le dépôt a été accepté. Ce pli, inscrit sous le n° 5107, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Note suivante :

« Le pain bis est le résultat de l'action d'une diastase, la céréaline, de Mège-Mouriès, sur la pâte de farine.

» Elle détermine une fermentation lactique et glucosique; au four, elle transforme l'amidon en dextrine et glucose, le gluten est altéré. Le pain produit est acide, brun et pâteux.

» Cette diastase est confinée dans l'endosperme ou tégument séminal qui touche l'amande du blé et dans l'embryon.

» J'ai observé que :

» 1° L'eau oxygénée qui est sans action sur toutes les enveloppes isolées du blé formant l'épicarpe et l'endocarpe et sur l'amande est vivement décomposée par l'embryon et par l'endosperme;

» 2° L'embryon et l'endosperme qui transforment l'empois d'amidon en dextrine perdent l'un et l'autre cette propriété quand ils ont été soumis à l'action de l'eau oxygénée;

» 3° La céréaline extraite du son par l'eau liquéfie l'empois; cet extrait soumis à l'action de l'eau oxygénée est sans effet sur l'empois;

» 4° La pâte de pain sans levain faite avec des farines secondes qui contiennent une grande proportion de l'endosperme et de l'embryon devient brune; la même pâte faite avec l'eau oxygénée reste blanche;

» 5° La levure est tuée dans la pâte qui contient encore de l'eau oxygénée; la fermentation y est impossible; mais cette même pâte devient capable de lever si l'excès d'eau oxygénée a disparu; le pain qu'on obtient au four avec les farines secondes est alors difficile à distinguer du pain blanc fait avec les farines premières;

» 6° J'ai fait chez un boulanger rafraîchir 400gr de pâte de farine première avec levain par 100gr de pâte de farine seconde pétrie dix-huit heures avant avec de l'eau oxygénée (65gr de farine, 35gr H^2O^2 à 8 vol.); la panification s'est produite dans les conditions normales; le pain ne se distinguait pas d'un pain de 500gr fait avec de la farine première;

» 7° Un blé mouillé d'eau oxygénée ne germe plus.

» *En résumé :* La diastase du blé (et probablement aussi les autres) est détruite par l'eau oxygénée; on peut faire du pain blanc avec des farines de toutes qualités; en particulier, on peut, dans les conditions que je viens de préciser, incorporer aux farines premières dans les pâtes de pain les 20 pour 100 de farines secondes que les opérations de meunerie en ont séparés et obtenir ainsi un pain blanc. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les causes qui produisent la couleur du pain bis.* Note de M. **Léon Boutroux**, présentée par M. Duclaux.

« I. *Rôle du gluten.* — Le gluten peut changer de couleur soit par dessiccation, soit par fermentation.

» On sait que le gluten humide brunit en se desséchant. Le brunisse-

ment du gluten peut se produire aussi par dessiccation dans la farine, sans que celle-ci ait été pétrie avec de l'eau, comme le montre l'expérience suivante :

» Trois pains sont faits avec de la levure, de l'eau salée et de la farine obtenue par mouture d'un même même blé dans un moulin à café et tamisage du produit. La farine du premier pain a été conservée dix-huit jours sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique. Celle du deuxième pain a été conservée pendant le même temps sous une cloche au-dessus d'un cristallisoir contenant de l'eau. La farine du troisième vient d'être moulue à l'instant. Après la cuisson, les pains de farine fraîche et de farine conservée dans l'air humide ont la même couleur, légèrement bise (la farine était loin d'être exempte de son). Le pain de farine conservée dans l'air sec est beaucoup plus foncé.

» Voyons maintenant si le gluten peut changer de couleur par fermentation. J'ai soumis le gluten, soit stérilisé par la chaleur, soit cru, au fond d'un liquide sucré, à l'action : 1° de la fermentation alcoolique; 2° de la fermentation par ensemencement avec de la pâte de farine spontanément fermentée; 3° de la fermentation spontanée dans le cas du gluten cru. Les résultats ont été les suivants :

» Sous l'influence de la fermentation alcoolique, le gluten a un peu blanchi. La réaction du liquide est restée neutre.

» Sous l'influence des bactéries de la pâte aigrie, le gluten s'est désagrégé sans changer de couleur. La réaction du liquide est devenue très acide.

» Soumis à la fermentation spontanée dans le liquide sucré, le gluten a conservé pendant plusieurs jours sa couleur initiale, puis il a bruni. Sa réaction était alors neutre.

» Le gluten abandonné dans l'eau pure à la fermentation spontanée brunit aussi à la longue en donnant au liquide une réaction fortement alcaline.

» Dans la panification, cette fermentation bactérienne en milieu neutre ou alcalin ne se présente jamais. Par conséquent, on peut dire que la fermentation panaire n'altère, en aucun cas, la couleur du gluten. L'acidité exagérée du levain désagrège le gluten, mais ne le fait pas brunir.

» II. *Rôle du son.* — Étudions de même les variations de couleur que peuvent subir les principes contenus dans le son, soit sans intervention de microbes, soit sous l'influence des fermentations qui se rencontrent dans la panification.

» Une macération de son faite à froid à l'abri de l'air, stérilisée par fil-

tration au filtre Chamberland, est blonde. Au contact de l'air pur de germes, elle brunit peu à peu et devient, au bout de plusieurs semaines, presque noire.

» Le brunissement de l'extrait de son à l'air se produit suivant le mécanisme que M. G. Bertrand a découvert pour la formation de la laque, c'est-à-dire par l'intervention d'une diastase ([1]). Ce savant a annoncé que la diastase oxydante, qu'il a nommée *laccase*, se rencontre dans un grand nombre de plantes. Elle existe dans le grain de blé. En effet :

» 1° Un chauffage à 100° fait perdre à l'extrait de son la propriété de brunir à l'air.

» 2° J'ai traité l'extrait de son par l'alcool; j'ai obtenu un précipité et une liqueur. Le précipité a été lavé à l'alcool, puis séché dans le vide à froid. La liqueur a été évaporée, dans le vide à froid, jusqu'à siccité. Les deux substances, reprises par l'eau, ne brunissent pas à l'air séparément. Mélangées, elles brunissent à l'air d'une manière manifeste, quoique moins intense que l'extrait de son naturel. Le précipité par l'alcool, introduit dans une solution aqueuse d'hydroquinone incolore, la fait également brunir à l'air. Ce précipité contient donc une substance analogue à la *laccase* de M. G. Bertrand. Je ne crois pas devoir conserver à cette substance le nom de *laccase*, qui rappelle une propriété trop particulière. Je l'appellerai, d'après sa fonction, *oxydine*.

» Soumettons maintenant l'extrait de son aux fermentations qui se présentent dans la panification.

» De l'extrait de son blond, stérilisé par filtration, puis ensemencé avec de la levure pure, brunit lentement à l'air tant que la fermentation alcoolique n'est pas déclarée, conserve ensuite sa couleur sans changement tant que dure la fermentation alcoolique, puis, celle-ci terminée, brunit peu à peu jusqu'à devenir noir.

» Le même extrait, ensemencé avec les bactéries qui se développent spontanément dans l'extrait de son non stérilisé, reste blond, non seulement pendant la durée de la fermentation, mais indéfiniment. Sa réaction est alors acide.

» La fermentation que produisent ces bactéries rétablit la couleur blonde dans un extrait de son préalablement bruni à l'air.

» Cette décoloration par les bactéries est due à deux causes :

» 1° A l'acidité. De l'acide acétique, ajouté à un extrait de son filtré sur

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 266; 1895.

porcelaine et bruni à l'air sans altération microbienne, rétablit de même la couleur blonde;

» 2° A une action réductrice exercée par lesdites bactéries. Car la décoloration par l'acide acétique est poussée moins loin que celle que produisent les bactéries.

» Ce résultat étant en complet désaccord avec ceux de M. Balland (1), j'ai examiné la réaction au tournesol de plusieurs échantillons d'extrait de son conservé, soit à l'abri de l'air et des microbes, soit à l'air sans microbes, soit à l'air après fermentation alcoolique pure, soit à l'air après fermentation par les bactéries de l'eau de son. Dans tous les cas, quand l'extrait était brun ou noir, la réaction était neutre ou légèrement alcaline. Quand l'extrait était blond après avoir été conservé à l'abri de l'air, la réaction était très faiblement acide. Quand l'extrait était blond après fermentation bactérienne, la réaction était franchement acide.

» III. *Action hypothétique des substances du son sur le gluten.* — Du gluten frais, exposé à l'air sous une solution d'*oxydine* du son, n'a éprouvé aucun changement de couleur.

» *Conclusions.* — Le gluten peut donner de la couleur au pain par dessiccation, mais non par fermentation. Le son peut donner de la couleur au pain par l'action de l'oxygène de l'air en présence de l'eau, mais non par fermentation. L'acidité du levain, loin d'être à craindre à ce point de vue, est une protection contre le brunissement. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'éthologie du genre* Thaumaleus Kröyer (*famille des* Monstrillidæ). Note de M. **Alfred Giard**.

« L'éthologie des Copépodes de la famille des *Monstrillidæ* est un problème qui a vainement exercé la sagacité des zoologistes. Ces étonnants Crustacés, entièrement dépourvus de tube digestif, ont été trouvés constamment en haute mer et presque toujours en très petit nombre. I.-C. Thompson dans un travail d'ensemble sur la famille (2), s'exprime ainsi :

---

(1) Dans sa Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 18 mars 1895), M. Balland dit avoir remarqué que les macérations de son abandonnées à la fermentation spontanée prennent une coloration noire lorsque l'acidité s'est très développée.

(2) I.-C. Thompson, Monstrilla *and the* Cymbasomatidæ (*Proceedings Liverpool Biol. Soc.*, t. IV, p. 115-124; 1890).

« De l'absence complète de pièces buccales, on serait naturellement tenté de conclure qu'il s'agit d'un type parasite suceur dépendant pour sa nourriture de l'hôte qu'il infeste, et la trompe cylindrique terminée par une bouche que possèdent certaines espèces semble appuyer cette hypothèse. Mais il faut noter d'autre part que cette bouche est très rudimentaire et manque même chez les mâles de la plupart des espèces (lesquels sont aussi dépourvus d'yeux) et de plus, comme l'ont déjà signalé Claparède et Bourne, tous les spécimens de *Monstrilla* recueillis jusqu'à présent nageaient en vrais pélagiques près de la surface de l'eau. Ainsi la théorie du parasitisme n'est pas suffisamment justifiée et, pour le moment, j'incline à penser avec Bourne que peut-être ces Crustacés présentent quelque analogie avec les *Ephemeridæ,* l'état adulte étant précédé par une larve pourvue de pièces buccales et d'un tube digestif. Cette larve, après une rapide succession de mues se transformerait en la forme sexuée dont l'unique fonction serait la reproduction de l'espèce. »

» Un fait nouveau me paraît jeter quelque lumière dans la question et apporter un sérieux argument en faveur de la théorie parasitaire. Parmi un certain nombre d'exemplaires de *Polydora Giardi* Mesn., recueillis en juillet dernier à Omonville-la-Petite, près Cherbourg, par M. Félix Mesnil, se trouvait un individu porteur d'un Crustacé parasite enfermé avec l'Annélide dans le tube que cette dernière creuse, comme on sait, dans les *Lithothamnion* de la zone littorale. M. F. Mesnil ayant eu l'obligeance de me communiquer l'Annélide parasitée, je reconnus avec étonnement qu'il s'agissait d'un Copépode du genre *Thaumaleus* Kröyer (*Monstrilla,* auct. p. parte). Le Crustacé embrassait solidement, par ses antennes préhensiles, le corps de la Polydore, dans lequel sa trompe s'était enfoncée. En le détachant, une partie du tégument de l'Annélide et un cirre dorsal restèrent adhérents à l'une des antennes du parasite. Celui-ci ressemblait beaucoup au mâle de *Thaumaleus longispinosus* Bourne, tel qu'il a été décrit et figuré par Giesbrecht [1], particulièrement en ce qui concerne l'anneau génital et les dimensions relatives de cet anneau et des deux anneaux compris entre celui-ci et la furca.

» La taille était un peu plus faible ($1^{mm},5$ au lieu de $1^{mm},8$). De plus, la furca n'avait que trois soies de chaque côté au lieu de quatre. Les yeux étaient encore plus volumineux que ceux de *Th. longispinosus* mâle et

(1) GIESBRECHT, *Pelagische Copepoden*, 1892, p. 581, Pl. 5, fig. 10, et Pl. 46, fig. 1 et 13.

ressemblaient plutôt à ceux de la femelle de *Th. germanicus* Timm. Un peu au-dessous des yeux, de chaque côté de la région antérieure, vers le bord latéral, on voyait très nettement l'ouverture des glandes du test. Les antennes de cinq articles, coudées, ressemblaient aussi à celles du mâle de *Th. longispinosus*, mais elles étaient dépourvues de poils et portaient seulement, du côté interne, de petits boutons chitineux (bases de poils tombés ou papilles adhésives?). Les soies de la furca, au lieu d'être plumeuses, présentaient un aspect strié et finement denté en scie sur les bords, comme si les barbes latérales étaient brisées, ce qui a été souvent observé chez les *Monstrilla*.

» Du reste, l'animal paraissait sur le point de muer et au-dessous de la vieille carapace on voyait notamment sur les articles des antennes et sur les pattes thoraciques des poils de nouvelle formation.

» Il semble résulter de cette observation que les *Thaumaleus* à l'état jeune sont parasites des Annélides et qu'ils peuvent ensuite mener une existence pélagique à peu près comme les *Lernœa* qui, dans le jeune âge, vivent en parasites sur les branchies des Pleuronectes, puis deviennent pélagiques au moment de l'accouplement et vont se fixer enfin sur les branchies des Gades; ces diverses périodes étant, comme l'a démontré E. Canu, nettement séparées les unes des autres. On sait, d'ailleurs, que le *Baculus elongatus* Lubbock, que plusieurs auteurs ont placé près des *Monstrilla*, est considéré par Thompson comme un stade jeune de *Lernœa branchialis*.

» Comme à ces diverses périodes éthologiques correspondent, sans doute, des modifications morphologiques, je n'essaierai pas, d'après l'étude d'un exemplaire unique, de rattacher le *Thaumaleus* d'Omonville à une des formes décrites par les auteurs d'une façon plus précise que je ne l'ai fait ci-dessus.

» Grâce à la complaisance de M. E. Canu, j'ai pu comparer ce Copépode à un *Thaumaleus* femelle pêché au filet fin au large de Port-en-Bessin, en face des îles Saint-Marcouf. Cet exemplaire, plus petit que celui d'Omonville, mesurait $0^{mm},83$; les yeux étaient relativement beaucoup moins grands, la cinquième patte thoracique portait trois soies dont deux plus grandes égales entre elles. L'antenne avait cinq articles dont le dernier, fortement coudé sur le quatrième, portait des poils deux fois ramifiés. La furca était pourvue de chaque côté de trois poils plumeux. Ce crustacé serait donc bien différent de l'espèce d'Omonville et ne se rapporte bien non plus à aucune des formes décrites.

» L'existence d'un œil très volumineux chez l'exemplaire mâle d'Omonville, la présence d'une antenne de cinq articles coudée dans l'exemplaire femelle de Port-en-Bessin montrent aussi qu'il faudra modifier la caractéristique du genre *Thaumaleus* donnée par Giesbrecht et celle des *Monstrillidæ* formulée par Thompson.

» Quant à la position systématique de la famille des *Monstrillidæ* que Claparède rattachait aux *Pontellidæ* tandis que Bourne la rapproche des *Corycæidæ*, Thompson des *Ascomyzontidæ* et Giesbrecht des *Harpacticidæ* et des *Mormonillidæ*, elle est encore très incertaine mais, peut-être, en recherchant les états jeunes sur les Annélides du genre *Polydora*, arrivera-t-on à définir plus exactement ces affinités.

» Comme les larves de *Polydora* vivent très longtemps d'une vie pélagique et sont très abondantes sur les côtes de la Manche, on peut supposer que la fixation des jeunes *Thaumaleus* se fait en haute mer avant que leurs hôtes n'aient commencé à creuser les galeries dans lesquelles se terminera leur existence.

» Enfin l'existence d'une seule paire d'antennes rapproche les *Monstrillidæ* d'une autre famille de Copépodes également parasites des Annélides, les *Herpyllobiidæ*. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Frelons.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Perrier.

« Les imagos percent leur cocon et en sortent sans recevoir aucune aide de leurs aînés. Un individu qui vient de quitter son cocon peut être transporté dans un autre nid sans que les habitants de ce dernier s'aperçoivent que le nouveau-venu est un étranger.

» P.-W.-J. Müller dit qu'aussitôt après son éclosion le Frelon nettoie l'alvéole qu'il vient de quitter. Cela n'est pas exact. Aucun nettoyage n'est fait dans l'intérieur de l'alvéole. Seuls, les débris extérieurs de l'opercule sont soigneusement arrachés; cette opération n'est pas faite par la nouvel-éclose, mais par les ouvrières plus âgées ou par la mère, qui vient toujours pondre un nouvel œuf quelques minutes après l'éclosion.

» On sait que chez les Guêpes, jusqu'à la fin de la vie larvaire, l'intestin postérieur ne communique pas avec le reste du tube digestif. Si l'on examine une grosse larve sur le point de tisser son cocon, on trouve, au fond de son alvéole, une masse brune, molle et visqueuse qui, en se desséchant,

prend l'aspect d'un vernis brillant. Cette masse, qui ne contient aucun résidu d'aliment, s'est formée dans l'intestin postérieur et contient, en particulier, des produits d'excrétion fournis par les tubes de Malpighi.

» Lorsque le cocon est achevé et que la larve est sur le point de passer à l'état nymphal, elle expulse par l'intestin postérieur, maintenant en communication avec l'intestin moyen, l'énorme sac noir contenu dans ce dernier et rempli de la totalité des débris chitineux provenant des boulettes nutritives que la larve a reçues pendant toute la durée de son développement.

» Pendant la nymphose, l'animal ne prenant plus aucune nourriture, il n'y a plus, dans le tube digestif, que les produits des organes excréteurs. Peu après son éclosion, l'imago rejette ces excreta sous forme de gouttelettes laiteuses accompagnées d'une douzaine de petits corpuscules d'un blanc opaque et formés presque uniquement d'urates. Le pliage longitudinal des ailes supérieures est un des caractères du genre *Vespa*. Au moment de l'éclosion, les ailes supérieures ne sont pas pliées et elles recouvrent entièrement la région dorsale de l'abdomen. La jeune ouvrière ne tarde pas à étaler ses ailes : les supérieures, seules, s'écartent tandis que les inférieures restent immobiles en place. Lorsque les ailes supérieures reviennent à leur position de repos, leur bord anal s'engage dans les crochets des ailes inférieures, et les ailes supérieures ne peuvent continuer à se rapprocher du plan médian du corps qu'à la condition de se plier en deux. Il résulte de cette explication qu'il suffit d'enlever, à un Frelon venant d'éclore, une aile inférieure, pour empêcher l'aile supérieure correspondante de se plier. Le principal avantage de ce plissement est de ne pas laisser le bord le plus délicat de l'aile venir se placer au-dessus du dos de l'abdomen parce que cette région est soumise à des frottements continuels tellement que, chez les individus âgés et surtout chez les reines, elle est toujours fortement usée.

» Souvent les Frelons ne s'envolent, pour aller en course, qu'après s'être éloignés de leur nid en marchant, le dos en bas, à la face inférieure du support auquel il est fixé. Dans cette position, ils ne peuvent prendre leur vol qu'après s'être suspendus un instant par leurs pattes postérieures. Si les abords de leur nid sont trop lisses pour qu'ils puissent s'y accrocher, ils font, dans l'espace, une chute de plusieurs décimètres avant de pouvoir prendre la position convenable pour voler.

» Les larves dégorgent une gouttelette liquide chaque fois qu'une boulette alimentaire est posée devant leur bouche. Une semblable gouttelette est encore dégorgée lorsqu'un imago vient mordiller la tête d'une larve. Si la gouttelette reste sans emploi, elle est rapidement réingurgitée par la larve, mais l'imago qui en a provoqué l'émis-

sion sait aussi s'en emparer et la faire passer dans son propre jabot. C'est ainsi que j'ai vu des nouvel-écloses aller, quelques secondes après leur sortie du cocon, mettre à contribution une dizaine de grosses larves. J'ai constaté que les mâles agissent fréquemment de même. La mère fondatrice m'a semblé, plusieurs fois, à l'époque où elle ne sortait plus, mettre, elle aussi, ses larves à contribution, et il est probable que les jeunes reines en font autant.

» Comme les Fourmis, les Frelons nettoient leurs antennes avec leurs peignes tibio-tarsiens. Les détritus ainsi enlevés sont repris par les peignes du promuscis et, finalement, emmagasinés dans la cavité supralabiale. Ils s'y accumulent, jusqu'au moment où ils seront rejetés, comme partie intégrante d'un corpuscule enroulé, formé le plus souvent, en majeure partie, des résidus solides d'un repas.

» Le 11 septembre, la reine de l'un de mes nids est aux prises avec une de ses ouvrières. Le 14 septembre, je trouve cette mère mourante et je l'enlève pour suivre son agonie. Les mouvements cessent d'abord dans les antennes et les pièces buccales, puis successivement dans les trois paires de pattes. Plusieurs heures après la complète cessation des mouvements de tous ces appendices, l'abdomen se meut encore et darde son aiguillon lorsqu'on saisit l'animal. Ce n'est qu'au bout de trente-trois heures que ces derniers mouvements ont cessé à leur tour.

» La disparition de cette reine a été suivie de rixes caractéristiques, rappelant tout à fait celles que M. Marchal a décrites chez *V. germanica*. Au moment où je l'enlève, cinq couples d'ouvrières sont aux prises, et les rixes continuent sans interruption durant tout l'après-midi. Dans chaque couple, l'ensemble des deux ouvrières, qui sont recourbées chacune en demi-cercle, forme, pour ainsi dire, un cercle complet. Chacune des deux ouvrières est accrochée au nid par une seule de ses pattes de la troisième paire. Le cercle formé par les deux ouvrières est ainsi placé horizontalement et les deux pattes accrochées figurent deux fils de suspension diamétralement opposés. L'abdomen de l'un des deux frelons semble menacer sans cesse la région ventrale de l'autre et les dix pattes disponibles s'agitent mêlées les unes dans les autres. Mais ce sont les mandibules qui montrent les mouvements les plus énergiques, et ces mouvements, une fois commencés, durent très longtemps sans s'arrêter un seul instant. Je les ai vus durer, sans une seconde d'interruption, pendant plus de trente-cinq minutes. Au bout de ce temps, une ouvrière, qui passait par hasard, dégage une gouttelette de liquide devant les têtes des deux Frelons : le mordillage cesse aussitôt, l'un des individus absorbe la gouttelette, l'autre s'éloigne avec empressement et c'est ainsi que la rixe prend fin.

» La mère du nid observé par P.-W.-J. Müller a continué à sortir après l'apparition des ouvrières. Dans mes nids, les mères ont complètement cessé de sortir dès qu'elles ont eu un certain nombre d'ouvrières. Tandis que la disparition de la mère d'un nid de Guêpes, lorsqu'elle est précoce, entraîne, chez les ouvrières, un grand découragement, précurseur d'une ruine très prochaine, la disparition relativement tardive des mères des nids que j'ai observés n'a guère ralenti la grande activité qui y régnait. Les ouvrières ont continué à agrandir les gâteaux et y ont pondu un grand nombre d'œufs. Quant à l'enveloppe du nid, fréquemment détruite par moi, elle était sans cesse réparée et, malgré l'absence de la mère, elle n'a pas tardé à redevenir tout à fait complète et à se couvrir des tubulures protectrices que l'approche de la saison froide rendait de plus en plus nécessaires. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la brunissure.* Note de M. **F. Debray**, présentée par M. Bornet.

« La brunissure est une maladie produite par un champignon que ses caractères botaniques ne permettent pas de laisser dans le genre *Plasmodiophora*. Je lui donne le nom de *Pseudocommis* (de ψεύδω, je trompe, et κομμίς, gomme) à cause de l'aspect gommeux qu'il présente à différents états de son développement et des enduits d'*apparence* gommeuse que l'on rencontre quelquefois à la surface des tissus des végétaux atteints de la maladie qu'il détermine.

» Le *Pseudocommis vitis* présente, dans son évolution, plusieurs formes entre lesquelles on peut facilement trouver des passages :

» 1° Plasmodes intimement mélangés au protoplasma de l'hôte; les cellules infestées dans ces conditions ne se distinguent que très difficilement des cellules saines.

» 2° Plasmodes sphériques condensés, sans vacuoles ou bien avec des vacuoles sphériques généralement en petit nombre (1 à 3). Ils sont le plus souvent jaunes, mais quelquefois aussi incolores ou orangés; s'ils présentent une membrane, elle est de même couleur et de même composition que le contenu. Ils se multiplient en détachant à leur surface des bourgeons sphériques.

» 3° Plasmodes allongés, condensés, à vacuoles étirées. Ils sont incolores ou jaunes, dépourvus de membrane. On trouve tous les termes de passage entre la forme précédente, celle-ci et la suivante.

» 4° Plasmodes spumeux, dépourvus de membrane, à très nombreuses vacuoles sphériques, petites et grosses, ces dernières pouvant atteindre jusqu'à 20 μ. Cet état et

le précédent constituent des formes de voyage; elles traversent les parois cellulaires minces en des points quelconques, et les membranes épaisses en pénétrant à travers les ponctuations.

» Ces quatres premières formes se rencontrent dans des parties du végétal encore très vivantes et pendant l'activité de sa végétation, tandis que pendant le repos de la végétation et dans les parties mortes on rencontre les suivantes :

» 5° Kystes sphériques ou mamelonnés à membrane épaisse, la plupart dépourvus de vacuoles, généralement bruns ou noirs.

» 6° État céroïde. Le durcissement, qui, dans le kyste, était limité à la surface et formait la membrane, a envahi progressivement toute la masse qui acquiert une consistance analogue à la cire.

» Les kystes germent en émettant chacun un bourgeon sphérique; les corps céroïdes germent quelquefois en produisant simultanément plusieurs de ces bourgeons en différents points de leur surface.

» Le *Pseudocommis,* sous toutes ses formes, semble dépourvu de noyau. Il peut siéger dans tous les tissus de la feuille et de la tige, mais n'occupe ce dernier organe que rarement sur une grande longueur. Il pénètre de l'extérieur, envahit rapidement l'écorce, les faisceaux et quelquefois aussi la moelle; ses plasmodes se nourrissent et se divisent, et certains d'entre eux, traversant de nouveau l'épiderme, se réunissent en masses volumineuses, quelquefois visibles à l'œil nu, qui rampent à la surface des organes et vont envahir d'autres régions.

» Ce champignon n'attaque pas seulement la vigne, mais bien d'autres végétaux appartenant aux familles suivantes : Graminées, Liliacées, Amaryllidées, Musacées, Caprifoliacées, Asclépiadées, Solanées, Acanthacées, Oléinées, Anacardiacées, Aurantiacées, Acérinées, Célastrinées, Magnoliacées, Artocarpées, Mésembryanthémées, Saxifragées, Grossulariées, Araliacées, Aristolochiées, Laurinées, Rhamnées, Myrtacées, Pomacées, Rosacées, Amygdalées, Légumineuses, ...

» Certains cas, au moins, de *mal nero,* de coup de soleil, d'apoplexie ne sont que des manifestations de la brunissure; lorsque l'invasion est ancienne, le parasite peut occuper en extrême abondance des parties âgées des tiges et sa présence, jointe à celle des thylles dont il provoque la formation, amène le dessèchement des parties supérieures de la plante.

» Les sarments atteints de *chytridiose*, que M. Prunet a eu l'obligeance de me faire parvenir, présentent en abondance le *Pseudocommis* à divers états et, en outre, en certains points, le mycelium d'un champignon que je crois saprophyte.

» MM. Prillieux et Delacroix ont décrit sous le nom de *gommose bacillaire* deux maladies différentes : la gélivure et la brunissure.

» J'ai été fortement aidé dans mes recherches par mon préparateur, M. Brive, qui, le premier, a découvert cette affection dans quelques végétaux et notamment dans le Citronnier, dans l'Hoya, dans l'Oreopanax. Je publierai très prochainement avec détails le résultat de nos recherches. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des étincelles statiques sur la température locale des régions soumises à ce mode de franklinisation*. Note de M. **H. Bordier** (de Lyon), présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsqu'on cherche à expliquer le mécanisme des sensations produites et des effets thérapeutiques obtenus par les différentes formes du courant électrique utilisées en électrothérapie, il est naturel de se demander quelle est la part qui revient aux phénomènes thermiques qui accompagnent le passage de ces courants.

» Dans le cas de l'étincelle statique, on sait bien que la décharge disruptive, qui lui donne naissance, est capable de produire des effets calorifiques qui sont l'objet, dans les cours, d'expériences classiques.

» Mais l'électricité biologique est moins riche que l'électricité générale en documents relatifs aux effets de l'étincelle. Les auteurs disent seulement que l'étincelle jaillissant directement sur la peau produit, localement, de la douleur et de la rougeur. Duchenne, de Boulogne, est cependant un peu plus explicite : « Dans le point, dit-il, où vient de jaillir l'étincelle, » la peau se décolore graduellement dans un rayon de 2^{cm} à 3^{cm}, et arrive » au blanc mat en quelques secondes. Des papilles nerveuses s'érigent sur » la surface décolorée, qui *offre,* en outre, *un léger abaissement de tempé-* » *rature.* » (*De l'électrisation localisée,* p. 6.)

» Pour savoir exactement quelles sont les modifications thermiques produites par l'étincelle sur la peau, j'ai entrepris une série d'expériences avec des appareils de mesure sensibles permettant de connaître le sens de la variation de température locale cutanée et la valeur de cette variation.

» Les thermomètres que j'ai utilisés pour ces recherches ont été ceux de Burcq et de Séguin. Avant de commencer une expérience, on laissait le thermomètre se mettre bien en équilibre de température avec la région explorée. Cette détermination, pour être exacte, demande au moins une demi-heure; il est même prudent d'attendre quarante à quarante-cinq minutes; on ne commençait à faire jaillir les étincelles que lorsque la

colonne mercurielle était stationnaire; on notait : 1° la température initiale de la peau; 2° l'heure; 3° le débit de la machine statique mesuré à l'aide d'une bouteille électrométrique de Lane, de capacité connue.

» Pour éviter les causes perturbatrices étrangères au phénomène à étudier, j'ai cherché à déterminer la température locale de la région cutanée soumise aux étincelles, sans que l'indication du thermomètre pût être influencée : 1° par la température propre de l'étincelle; 2° par l'air échauffé par elle.

» Pour cela, j'ai pris un cylindre de verre de 2^{cm} de diamètre destiné à servir de manchon au thermomètre à température locale de Séguin, qui était maintenu en place à l'aide d'un bouchon de caoutchouc. Un conducteur, terminé par une boule de 12^{mm} de diamètre, était fixé sur la partie latérale du manchon par l'intermédiaire d'une gouttière de paraffine, en sorte que, de part et d'autre d'une même génératrice du manchon de verre, se trouvaient le thermomètre et l'excitateur. Dans ces conditions, la variation thermométrique ne peut être attribuée qu'à une modification de la température locale de la région électrisée.

» Dans toutes mes expériences, il y a eu élévation de la température de la peau soumise aux étincelles. J'ai toujours eu soin de distinguer les effets produits par l'étincelle positive et par l'étincelle négative. Voici les résultats de deux expériences faites avec les étincelles positives et avec les étincelles négatives :

1° *Étincelles positives.*

Température cutanée initiale (région de l'avant-bras).	30°,4
Longueur des étincelles	20^{mm}
Débit de la machine	0^{c},0000047
Durée des étincelles	4 minutes

1re minute	30°,4
2e »	30,6
3e »	30,9
4e »	31,2

» L'élévation de température observée pendant la production des étincelles est ici de 0°,8. Mais il est utile de continuer à lire le thermomètre, après l'arrêt de la machine, si l'on veut connaître exactement l'allure complète du phénomène.

5e minute	31°,4
6e »	31,5
7e »	31,6
8e »	31,8

9ᵉ minute	31°,9
10ᵉ »	32
11ᵉ »	32
12ᵉ »	32
13ᵉ »	31,9
14ᵉ »	31,8
15ᵉ »	31,6

» On voit que la température continue à augmenter après l'arrêt de la machine et que l'accroissement maximum a lieu vers la onzième minute.

» L'élévation de la température a pour valeur 1°,6.

2° *Étincelles négatives.*

Température initiale	29°
Longueur des étincelles	20mm
Débit de la machine	0c,0000045
Durée des étincelles	4 minutes

1re minute	29°,0
2ᵉ »	29,2
3ᵉ »	29,3
4ᵉ »	29,5

» Pendant la durée des étincelles, l'élévation a été de 0°,5. On note pendant les minutes suivantes :

5ᵉ minute	29°,6
6ᵉ »	29,7
7ᵉ »	29,9
8ᵉ »	30,0
9ᵉ »	30,1
10ᵉ »	30,2
11ᵉ »	30,2
12ᵉ »	30,1
13ᵉ »	30,0
14ᵉ »	29,9

» Ces nombres montrent clairement que la température continue à s'accroître après que les étincelles ont fini de jaillir; l'élévation totale a été ici de 1°,2.

» Dans les deux expériences, ainsi que dans toutes les autres que j'ai faites, l'élévation de température est plus importante avec les étincelles positives qu'avec les négatives. Ces variations thermométriques sont évidemment dues à des phénomènes vasomoteurs et, par conséquent, à des

actions d'ordre biologique. Les téguments présentent, au début, de la pâleur qui est ensuite remplacée par une rougeur; quand les étincelles ont duré quelques minutes aux mêmes points, on voit apparaître, plusieurs heures après, une phlyctène pleine de sérosité, qui est très probablement le résultat d'une brûlure superficielle de la peau.

» Les actions vasomotrices produites par les étincelles et dont j'ai pu déterminer la valeur permettent de comprendre le mécanisme des résultats favorables obtenus dans certaines névrites et névralgies. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Traitement d'un cas de sarcome par la sérothérapie.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. Marey.

« On sait que maintenant, pour beaucoup de maladies et surtout pour la diphtérie, la sérothérapie est entrée dans la pratique médicale avec de brillants résultats (¹). Le fait que nous allons rapporter prouve que cette méthode peut s'appliquer non seulement aux maladies infectieuses dont le microbe virulent est connu, mais encore à des affections, comme le cancer, dont l'origine microbienne est encore problématique. Grâce à MM. P. Reclus et F. Terrier, qui nous ont apporté le précieux concours de leur collaboration, nous avons pu faire cette constatation de la manière suivante :

» Le 9 février 1895, M. Reclus enlevait un ostéosarcome de la jambe. Cette tumeur fut broyée, puis additionnée d'un peu d'eau. Le liquide, filtré sur une toile fine, fut injecté à trois animaux (un âne et deux chiens). Cette injection ne fut suivie d'aucune réaction, et six, sept et douze jours après, nous prenions le sang de ces animaux pour en recueillir le sérum, lequel servit aux injections.

(¹) En présentant à l'Académie la *première* expérience d'hématothérapie d'immunisation (devenue, grâce à MM. Bouchard et Charrin, la sérothérapie) nous avions, en 1888, formellement indiqué qu'il fallait généraliser [*De la transfusion péritonéale et de l'immunité qu'elle confère* (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 748, 5 nov. 1888)]. « Cette influence du sang (d'un animal vacciné et guéri), conférant l'immunité aux animaux non réfractaires, s'étend peut-être, disions nous, à d'autres microrganismes. » De fait, en décembre 1890, nous avons appliqué, *les premiers*, cette méthode à la thérapeutique humaine [*Effet thérapeutique des injections de sérum de chien chez l'homme* (*Bull. de la Soc. de Biol.*, t. III, 9ᵉ série, p. 45; 1891)].

» Voici l'observation (résumée) de la malade soumise par M. Terrier à ces injections :

» Le 20 octobre 1894, M. Péraire voit Mme R... qui est atteinte d'une tumeur de la paroi thoracique gauche, datant de huit mois. Cette tumeur, de la dimension d'une orange, elliptique, à grand diamètre vertical, est étalée sur la paroi costale, adhérente aux 6e, 7e et 8e côtes. Pas d'envahissement des téguments. Pas d'antécédents; sinon des manifestations cutanées, très prurigineuses, pour lesquelles la malade a suivi un traitement à l'hôpital Saint-Louis (iodure de potassium?). Le 23 octobre 1894, M. Péraire fait l'ablation de cette tumeur, adhérente aux côtes et mal circonscrite. Réunion par première intention. Fin novembre, guérison.

» L'examen micrographique, par M. H. Gaudier, montre que la tumeur a la structure des fibro-sarcomes; en quelques points, la structure serait globo-cellulaire avec tendance télangiectasique. Le 7 février 1895, on revoit Mme R.... Il y a une récidive en avant de la cicatrice linéaire due à l'opération; c'est un noyau, mobile en partie, du volume d'une noisette. Le 7 mars 1895, Mme R... entre à l'hôpital Bichat. La tumeur a grossi : elle a atteint le volume d'une petite orange; d'aspect globuleux, aplatie contre le thorax auquel elle adhère à sa partie supérieure. Peau intacte, non adhérente. Pas de douleurs, pas d'engorgement des ganglions axillaires et inguinaux. État général assez bon, quoiqu'il y ait un amaigrissement notable. 9gr d'urée par litre.

» Le 12 mars, première injection de 3cc de sérum (cette dose n'a pas été modifiée ultérieurement). Injections faites autour de la tumeur dans le tissu cellulaire. En tout quarante injections ont été pratiquées, soit 120cc de sérum : une par jour.

» Le 15 mars, la région est douloureuse; la peau rouge. Les tissus œdémateux dissimulent les contours de la tumeur. Il y a des ganglions dans l'aine, et un gros ganglion dans l'aisselle correspondante.

» Les jours suivants, même état. L'œdème se localise vers la partie déclive. A partir du 25 mars, la tumeur paraît diminuer et s'aplatir progressivement.

» Actuellement, le volume n'est plus que le tiers de ce qu'elle était. Les contours sont effacés, difficiles à délimiter. C'est une masse aplatie, avec de petits noyaux indurés, disséminés çà et là. L'engorgement des ganglions inguinaux a disparu. Le ganglion axillaire est en voie de régression.

» Les injections n'ont pas déterminé d'albuminurie; parfois seulement des céphalalgies violentes, qui ont, le 8 avril, forcé d'abandonner le traitement pour quelque temps. A plusieurs reprises des rougeurs diffuses qui ont disparu très vite. L'état général s'est sensiblement amélioré, et la malade a engraissé d'une façon appréciable.

» Ainsi, une tumeur reconnue cancéreuse par le microscope (récidive sur la cicatrice) a été non seulement améliorée, mais guérie par les injections de sérum, alors que tout traitement, autre que l'ablation par l'instrument tranchant, eût été impuissant.

» Nous avons voulu publier ce fait, encore qu'il soit isolé [1]; car il n'est

---

[1] Un malade de M. Reclus a été soumis aussi au traitement sérothérapique. Le

pas permis d'attendre, quand il s'agit d'une maladie aussi redoutable que le cancer, à laquelle, pour la première fois, on peut espérer, sans trop de présomptions, avoir trouvé un traitement *quelquefois* efficace. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La catastrophe de Laibach*, 14 *avril* 1895. Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Voici le récit d'un témoin, qui se trouvait au château de Thurm, près Laibach :

» Le début a eu lieu la nuit, à $11^h 20^m$; jusqu'à $7^h 15^m$, il y a eu deux énormes secousses, suivies de trente et une secousses de moindre intensité. Les habitants du château furent éveillés par un effroyable bruit de tonnerre souterrain; le château fut ébranlé dans ses fondements et commença à chanceler comme un navire sur la mer houleuse. En me rendant sous le poteau de la porte pour me protéger contre les pièces de chaux et de briques qui tombaient avec un bruit affreux du plafond de ma chambre à coucher, je me suis sauvé, après les premières et les plus fortes secousses, dans le jardin, en passant par un escalier couvert de débris de toutes sortes et fortement crevassé. J'ai passé la nuit avec mes enfants, au froid, sans vêtements, dans une maisonnette du jardin.

» Le château fut, jusqu'au lever du Soleil, continuellement ébranlé par des secousses et inaccessible. Après chaque secousse, nous pouvions entendre de la ville les cris de

---

résultat a été des plus brillants; mais il y a peut-être quelques réserves à faire sur le diagnostic. Voici en résumé cette observation :

N..., 44 ans, entre à la Pitié, le 27 mars 1895, pour une tumeur de la région épigastrique inférieure, nettement perceptible par la palpation, dure, irrégulière, peu mobile, ayant le volume d'une grosse orange. Teint jaune, cachectique. Amaigrissement général, progressif. Douleurs épigastriques très vives. Vomissements rebelles à tout traitement depuis six mois; mais ni hématémèse, ni melœna. Le diagnostic, porté sans hésitation par M. Reclus d'une part, et d'autre part par tous les candidats au Bureau central qui l'ont examiné, est : cancer de l'estomac.

Le pronostic est assez grave pour qu'on recule devant une intervention chirurgicale. Le 6 avril, première injection de sérum (4^{cc}) et, à partir de ce jour jusqu'au 24 avril, on injecte la dose totale de 64^{cc}. Prompte amélioration de l'état général. Le 10 avril, poids de 57^{kg}. Le 16 avril, 58^{kg}. Le 23 avril, 60^{kg}. Dès le 10 avril la tumeur diminue de volume, et la diminution est telle que, le 20 avril, elle ne peut plus être sentie comme tumeur isolée, saillante. On constate cependant, à la région épigastrique (le 27 avril), un plan résistant, empâtement profond, difficile à limiter; alors que la tumeur globuleuse du début a complètement disparu.

Ce malade de M. Reclus et la malade de M. Terrier sont les deux seuls individus ayant été soumis à la médication sérothérapique d'une manière méthodique.

la population affolée. Et, pendant cette scène inoubliable de détresse et de terreur, sur le ciel silencieux de nombreuses étoiles filantes sillonnaient la voûte comme un feu d'artifice. Après le lever du Soleil, je suis rentré avec précaution dans le château. Les tapisseries étaient détruites, ainsi que les tableaux, les vitres; c'était un chaos complet. Les murs ont été étayés avec de forts supports.

» On a vu, pendant le tremblement du 14 avril, se produire des phénomènes lumineux ressemblant à de vifs éclairs.

» Ce sont Laibach et ses environs qui ont souffert le plus de toute la province Krajina. Dix mille habitants ont quitté la ville et sont sans abri. Dans la ville, 20 pour 100 des maisons se sont écroulées ou sont tellement endommagées qu'on doit les démolir tout de suite. Deux bataillons de sapeurs y sont employés. Les secousses se sont répétées le 19 et le 20, jours de passage des étoiles filantes (Lyrides); le jour de la période solaire était le 12 avril, et le passage des étoiles filantes du 11 au 14 avril était cette année marqué par une chute très abondante. De même, le 20 et du 25 au 30 avril, beaucoup de bolides furent observés en différents lieux.

» Le tremblement fut très étendu : à Trieste, dans le Tyrol, dans le Vorarlberg, dans l'Autriche supérieure et dans l'Autriche inférieure jusqu'à Vienne, où les aiguilles aimantées comme à Prague et à Berlin furent fortement agitées.

» Écroulements en Belgique, éboulements et crevasses le 12 avril à Decazeville, sur les terrains des houillières, avec effondrement de plusieurs maisons et glissement de terrains; enfin de fortes secousses en Sicile, dans la nuit du 12 au 13 avril, ont précédé le désastre du 14 avril. L'origine volcanique ne peut être douteuse et la coïncidence des ouragans, des chutes abondantes de météorites et d'étoiles filantes, les perturbations magnétiques, les éboulements et glissements de terrains en Belgique, en France, en Bohême (en trois localités au même jour) ne laissent aucun doute sur la simultanéité et l'origine commune de ces grands phénomènes naturels, dus à l'action électrodynamique du Soleil et aux passages simultanés d'essaims d'étoiles filantes et à la chute de nombreux bolides.

» Les perturbations magnétiques furent continues à Prague; variation de déclinaison : commençant le 13, de $+13',0$ (7^h à 2^h); le 16 : $+9',7$; le 17 : $+10',6$; le 18 : $+13',7$; le 19 : $+12',8$; après quelques jours les perturbations magnétiques se sont répétées : le 23 : $+16',6$; le 24, jour de la période solaire : $+12',6$. Le 23, à $3^h 40^m$ et $6^h 30^m$, secousses réitérées très violentes à Laibach, renouvelant la panique parmi les habitants. Écroulement d'une grande manufacture déjà lézardée par les secousses

antérieures, et d'une baraque abritant les réfugiés; une montagne entre Franzdorf et Cirknie et le Kreutzberg près Okroglo ont perdu beaucoup de leur hauteur. Le 26, trois orages à Prague; variation de déclinaison : le 25 $+12',6$ à Prague, le 25 entre 7^h et 2^h après midi, 26 perturbations en déclinaison : $+11',8$; orages épouvantables, pluies et ondées en Hongrie méridionale, secousses de tremblement de terre à Agram et en Bosnie; inondation de vastes territoires en Hongrie, Serbie et à Bucarest où plus de 50000 arpents ont été submergés et où 4 villages ont absolument disparu sous les flots. Rappelons que le 25 janvier 1348, jour de la période solaire, à 4^h de l'après-midi la Krajina, fut aussi en proie à des secousses épouvantables ainsi que la Syrie et la Carinthie, l'Autriche, la Hongrie et la Moravie; 40 villes et châteaux ont été détruits et l'Alpe de Villach, le Dobratsch crevassé, un lac alpestre a disparu, la terre s'est ouverte et la chute d'une montagne a produit l'obstruction d'une rivière, inondant 10 villages; le mont Gorlica fendillé tombait dans le lac d'Ossiach. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un Mémoire de M. *Lothar de Kœppen* sur « la multisection des angles par la voie mathématique ».

M. **E. Maumené** adresse une Note « Sur les alliages de cuivre et d'aluminium ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 avril 1895.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. N° 4. 25 avril 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco.* Fascicule VIII : *Zoanthaires provenant des campagnes du yacht* l'Hirondelle. Imprimerie de Monaco, 1895; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie, pendant l'année 1890. Cinquième année. Melun, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 23 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime et coloniale. Mars 1895. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des Séances. 4e livraison. Paris, F. Alcan, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique. Jeudi 11 avril 1895; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. N° 1. Paris, 1895; 1 fasc. in-8°.

Sur les Perséides observés en Russie en 1894, par M. TH. BRÉDIKHINE. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 fasc. in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. Tome III. N° 4. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 vol. in-4°.

Ricerche fatte nel laboratorio di Anatomia normale della R. Universita di Roma ed in altri laboratori biologici, pubblicate dal professore FRANCESCO TODARO. Vol. IV, fasc. 1, 2, 3, 4. Roma, 1894; 2 vol. in-4°.

Influenza della pressione sulla temperatura di transformazione. Ricerche sperimentale del Dr S. LUSSANA. Pisa, Pieraccini, 1895; 1 br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 avril 1895.)

Note de M. *Ed. Branly,* Résistance électrique au contact de deux métaux :

Page 872, ligne 5, *au lieu de* il s'est à peine manifesté, *lisez* il s'est encore manifesté.

Page 872, lignes 6 et 7, *supprimez* la résistance est alors extrêmement faible.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux zoologiques de James Dana, par M. **Blanchard.**

« M. James Dana, habitant New-Haven, dans le Connecticut, était un savant considérable. James Dana fut élu Correspondant de l'Académie, le 7 juillet 1873, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, où il remplaçait le naturaliste génevois Pictet de la Rive.

» A cette époque, presque toujours organe de ma Section, j'avais fait le rapport sur les mérites de M. James Dana. Ses mérites sont de grande importance. On lui doit une série d'études sur les zoophytes, publiées dans la relation du voyage d'exploration des États-Unis; en particulier des observations sur la distribution géographique de ces animaux. Des recherches de notre savant portent sur la comparaison du mode de reproduction chez les végétaux et les rayonnés. Il a traité des générations spontanées et des

phénomènes de la parthénogénèse. Puis, ce sont des recherches en vue de la température dans les profondeurs de la mer coïncidant avec la distribution des animaux, d'autres sur les récifs et les îles de coraux.

» Dans l'œuvre de James Dana, tous les naturalistes apprécient une nombreuse suite d'études sur les différents groupes de la classe des Crustacés. Je me bornerai à ces indications générales, ne croyant pas utile d'entrer dans des détails trop spéciaux; mais, pour apprécier l'œuvre de James Dana, ce ne sera pas trop de deux représentants de sciences fort différentes. Mon ami, M. Daubrée, a voulu me laisser parler le premier, il va maintenant donner un aperçu des travaux de M. James Dana qui sont particulièrement de sa compétence. »

Notice sur les travaux minéralogiques et géologiques de M. James Dana; par M. **Daubrée.**

« Quelle qu'ait été la valeur des travaux de Dana dans le domaine de la Zoologie, c'est à deux autres branches de la Science que notre éminent correspondant s'est voué. Sans parler des nombreuses découvertes, dont il a enrichi la Minéralogie et la Géologie, il a contribué, comme bien peu d'hommes ont pu le faire, à propager ces Sciences dans tous les pays où elles sont cultivées.

» James Dwight Dana, né dans l'État de New-York à Utica, le 12 février 1813, enseignait, en 1833, les Mathématiques à l'École navale des États-Unis et, en 1836, il occupait une chaire de suppléant au *Yale College* de New-Haven, lorsqu'il fut appelé à prendre part à l'expédition scientifique autour du monde, commandée par le capitaine Wilkes, la première de ce genre qu'entreprenait le Gouvernement des États-Unis. Après une campagne de trois années, il publia des observations qui appelèrent immédiatement, sur le jeune savant, l'attention des géologues, non moins que celle des zoologistes. A part ses études relatives aux zoophytes et à leurs immenses constructions des mers tropicales, il apportait des faits géologiques nouveaux sur les contrées parcourues par l'expédition. On y trouve des données pleines d'intérêt sur le grand volcan des îles Sandwich, le Mauna Loa, et sur les singuliers phénomènes que présente, sur les flancs de cette montagne célèbre, l'immense fournaise en ébullition du Kilauea.

» Ces publications étaient des titres plus que suffisants pour valoir, en

1855, à leur auteur une place de professeur titulaire à l'université de New-Haven, position qu'il conserva jusqu'à la fin de sa vie, avec quelques changements dans le programme de son enseignement.

» Dana a exercé une très grande influence sur le développement de la Minéralogie par la publication de son *System of Mineralogy*, qui est resté l'Ouvrage le plus complet, parmi ceux qui embrassent la description de l'ensemble des espèces minérales. Depuis de longues années, ce Livre est entre les mains de toutes les personnes qui cultivent la Minéralogie, quelle que soit leur nationalité. La première édition parut en 1837, avant le départ de l'auteur, alors âgé de vingt-quatre ans, pour son voyage de circumnavigation. Depuis lors de nombreuses éditions se sont succédé, se modifiant d'une façon profonde, à mesure que l'emploi des nouvelles méthodes pour l'étude des caractères physiques et chimiques faisait progresser la Science minéralogique. C'est dans la quatrième édition que Dana adopta son système définitif de classification, aujourd'hui généralement employé par les minéralogistes. La distinction des véritables espèces, autour desquelles furent groupées avec précision leurs nombreuses variétés, fut, de la part de l'infatigable auteur, l'objet d'une étude spéciale, où il se préoccupa moins de mettre en lumière les différences séparant les espèces que d'en faire ressortir les analogies cristallographiques et chimiques; les groupements naturels ainsi reconnus sont souvent féconds en rapprochements inattendus.

» L'ancienne nomenclature minéralogique était fort complexe ; grâce aux efforts de Dana et à l'autorité qui s'attachait à son nom, elle a acquis une grande régularité.

» Tout en conservant à son Ouvrage le caractère d'un traité général, Dana a donné une part considérable aux descriptions des nombreux et riches gisements américains qu'il a beaucoup contribué à faire connaître, et dont il a toujours tenu les catalogues au courant des découvertes récentes.

» Cependant, contrairement à ce qu'on pouvait croire, l'étonnante activité de Dana n'était pas absorbée par les publications successives de cette œuvre, si riche en faits exactement observés et judicieusement coordonnés. Ce n'est pas sans quelque surprise qu'on vit, en 1863, le minéralogiste célèbre donner au public un Traité de Géologie qui devait aussi faire époque.

» Au milieu de tous les admirables travaux qui ont fait connaître la constitution géologique des États-Unis, au milieu des grands mouvements

d'idées que ces travaux ont suscités, l'œuvre de Dana occupe une place à part et son nom restera attaché aux lois qui résument la structure du continent américain.

» En dehors de ses belles études sur les îles volcaniques et coralliennes de l'océan Pacifique et sur les nappes trappéennes du Connecticut, il a restreint ses investigations personnelles aux chaînes qui s'étendent de New-York aux frontières du Canada; mais ses travaux sur les montagnes Vertes et les monts Taconiques suffiraient pour lui assigner un premier rang parmi les stratigraphes. Dans cette série de terrains très cristallins et presque toujours dépourvus de fossiles, il a su trouver des horizons constants et remettre chaque terrain à sa véritable place, détruire la légende d'un système sédimentaire spécial à ces montagnes et plus ancien que la faune primordiale et, enfin, éclairer d'un jour nouveau les problèmes du métamorphisme. Pour ce dernier sujet, il suffit de rappeler les observations dans lesquelles il a montré une sorte de passage des sédiments aux roches éruptives qui ont pris leur place et qui les ont complètement digérés.

» C'est surtout dans les questions de Géologie générale que Dana a laissé la trace de son puissant esprit. Ses premières idées sur la formation des chaînes de montagnes ont été émises en 1847, et, depuis lors, dans divers écrits, toujours substantiels et concis, on peut en suivre le développement méthodique, sans cesse appuyé de nouveaux faits. Dana a remarqué le premier qu'un affaissement progressif dans les bassins de sédimentation a préparé le surgissement des montagnes : c'est la théorie célèbre des géosynclinaux. Le premier, il a aussi montré que le grand triangle constitué par l'Amérique du Nord avait déjà son noyau fixé et sa forme dessinée dès la première période d'établissement des anciennes mers et, partant de cet exemple, il a contribué plus que tout autre à mettre en lumière la fixité des lignes de déformation. Ces idées, qui sont généralement adoptées, appartiennent à Dana. Dans son Manuel de Géologie, il a su grouper autour d'elles tous les faits de détail et l'histoire géologique des États-Unis. C'est un fait rare et bien propre à montrer la portée d'esprit de l'auteur qu'un traité de ce genre ait pu être à la fois une œuvre aussi personnelle et rester un livre classique d'enseignement.

» L'Amérique du Nord a ainsi acquis une importance spéciale, au point de vue de la Géologie générale; elle est devenue comme le continent-type, le seul, dit Dana, qui donne d'une manière à la fois complète et simple les principes fondamentaux de l'évolution de la terre ferme.

» Dans le vaste développement qu'ont pris la Minéralogie et la Géo-

logie, il est, aujourd'hui, peu d'hommes capables d'embrasser ces deux Sciences dans toute leur étendue et surtout de les pénétrer l'une et l'autre dans leur profondeur. C'est pourtant ce qu'a su faire Dana dans deux œuvres magistrales. Le même homme qui scrutait avec tant d'exactitude les formes cristallines et la nature chimique des espèces minérales ouvrait des vues neuves et lumineuses sur l'histoire générale de la formation du globe et sur la Mécanique de l'écorce terrestre.

» D'ailleurs Dana, on ne doit pas l'oublier, a encore contribué puissamment au progrès de nos connaissances par la direction qu'il a imprimée, durant une longue suite d'années, à la principale Revue américaine qui leur est consacrée.

» Jusqu'à son dernier jour, Dana est resté sur la brèche; son infatigable ardeur pour la Science se reflétait sur sa belle tête, animée d'un regard singulièrement expressif et pénétrant.

» En 1853, à l'heure où les géologues d'Écosse faisaient connaître les singuliers recouvrements qui compliquent la structure des Highlands, Dana, déjà septuagénaire, voulut étudier de nouveau les montagnes Vertes et employa pendant trois années ses vacances à des explorations que l'âge aurait rendues difficiles pour tout autre que lui.

» Trois ans plus tard, près d'un demi-siècle après avoir exposé les manifestations volcaniques grandioses des îles Sandwich, il éprouva le désir d'aller y compléter ses premières études. Oubliant son âge, toujours plein d'enthousiasme pour les grands problèmes, il ne recula pas, pour satisfaire sa noble curiosité, devant des trajets de plus de 20000^{km} tant sur le continent que sur mer, non plus que devant des ascensions sur les flancs du gigantesque Mauna Loa. Les Mémoires qu'il a publiés à son retour sont remarquables par la précision des détails et constituent une histoire complète du volcan.

» Enfin, une tâche d'une autre nature, mais non moins rude, n'effraya pas la verte vieillesse de Dana, lorsqu'il entreprit de remanier entièrement son Traité de Géologie tout en le mettant au courant des travaux les plus récents. La quatrième édition de cet Ouvrage classique a paru au mois de mars dernier, et la mort de l'auteur a suivi d'un mois seulement ce dernier tribut payé à la Science.

» Il est remarquable qu'une carrière si féconde n'ait pas été entravée par l'état d'une très délicate santé. Nous ne ferons d'ailleurs que rendre un juste hommage à une épouse dévouée, en ajoutant que ses soins intelligents n'ont pas peu contribué à prolonger cette précieuse existence.

» Dana a été enlevé subitement le 14 avril dernier, dans sa quatre-vingt-troisième année. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Carl Vogt,* Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Genève le 5 mai.

Notice sur les travaux de M. Carl Vogt; par M. **Émile Blanchard.**

« M. Carl Vogt, dont nous apprenons la perte, avait été élu Correspondant de l'Académie le 27 juin 1887; il remplaçait M. Brandt, de Saint-Pétersbourg. Carl Vogt, né à Giessen en 1817, était une personnalité puissante et vraiment originale. On lui doit divers travaux sur l'organisation des mollusques d'eau douce; une étude très appréciée sur le développement embryonnaire d'un mollusque de l'ordre des Prosobranches, l'*Acteon viridis*. En 1845, de concert avec Agassiz, il publia, dans les *Mémoires de l'Académie de Neufchâtel,* une importante étude sur l'anatomie des poissons de la famille des Salmonides. Carl Vogt avait particulièrement étudié les différentes phases du développement de ces poissons et c'est vraiment de cette époque que datent les premières études sérieuses sur l'embryologie des poissons.

» Un des titres de gloire de Carl Vogt consiste dans la part qu'il prit à l'étude de la formation et du mouvement des glaciers, sous la direction de Louis Agassiz.

» Dans les premiers jours du mois d'août 1845, Agassiz arriva à l'hospice de Grimsel, accompagné de Carl Vogt, Desor, Nicolet et deux étudiants de Neufchâtel. On avait emporté des instruments, car il s'agissait de déterminer la température des glaciers, d'étudier les formes de la neige, de s'assurer de la manière dont la neige grenue, c'est-à-dire le névé, passe à l'état de glace. On avait pour guides deux hommes d'une expérience éprouvée. Il fut résolu qu'on irait s'établir sur le glacier inférieur de l'Aar qui offre un intérêt spécial; la surface est encombrée de débris de rochers produisant l'effet d'un amas de ruines. A l'approche de la moraine, les investigateurs s'aperçoivent que le glacier a considérablement avancé depuis l'année précédente. Une cabane abandonnée par Hügi, l'un des premiers explorateurs, encore debout avant l'hiver dernier, a disparu.

» Après une reconnaissance suffisante, on fixa l'endroit de l'installation, près d'un gros bloc; les guides se mirent en devoir d'édifier une maisonnette assez spacieuse pour recevoir six personnes. De pierres sèches on éleva les murs, de grandes dalles remplirent l'office de plancher; d'une couche d'herbes recouverte d'une toile cirée et de couvertures, on composa les lits; ils furent jugés parfaits.

» A la vérité, l'ouverture donnant accès dans la demeure est bien étroite, mais enfin Carl Vogt peut entrer, et où passe Carl Vogt tout le monde passe. A défaut de porte, on mit un rideau. Pendant la nuit, avant de s'endormir, il fut décidé que l'habitation s'appellerait l'*hôtel des Neufchâtelois;* le nom fut gravé sur le roc en gros caractères, le temps l'a consacré.

» La réunion de ces jeunes savants dans la solitude, au milieu d'une nature grandiose et triste, n'offre-t-elle pas à l'imagination un curieux spectacle? Les bruits des plaisirs de ce monde et des affaires publiques ne montent pas jusqu'à la cabane du glacier de l'Aar : des aspirations et des joies inconnues de la plupart des mortels agitent les cœurs. Ces hommes qui, sans effort, sans regret, renoncent pour de longs jours au bien-être, rêvent de pénétrer les plus intimes secrets de la nature; ils discutent gravement de questions formidables et rient de mille incidents. Agassiz ne perd jamais sa bonne humeur, Desor s'abandonne volontiers à la plaisanterie. Carl Vogt, toujours pétillant d'esprit et capable à lui seul de mettre en gaîté une assemblée de trappistes, ne laisse à personne le droit de s'ennuyer.

» Parmi ces investigateurs que conduit la même pensée, le concert ne saurait être troublé; sur la mer de glace, sans autres témoins que les blocs de granit et les pics vêtus de neiges éternelles, il n'y a pas de rivalités; dans la mesure de ses aptitudes, chacun s'emploie avec ardeur pour l'œuvre commune. Agassiz est le chef incontesté, le maître reconnu. Apporter une pierre au monument qu'il édifie est l'unique souci de collaborateurs pleins de zèle.

» On se levait tôt à l'hôtel des Neufchâtelois : sur le coup de 4^h il fallait être debout. L'instant de la toilette semblait un peu dur, l'eau vraiment trop fraîche procurait un léger frisson, mais bien vite on ne songeait plus qu'à poursuivre les recherches. Agassiz entreprend de faire pratiquer des trous; rebelle à l'instrument de forage, la glace ne fut entamée qu'avec de grandes difficultés. Pendant que l'opération s'exécute, Carl Vogt examine la neige rouge dont la singulière teinte est due à la présence de my-

riades d'êtres microscopiques; il découvre plusieurs espèces d'infusoires et un joli rotifère semant la neige de ses œufs couleur de pourpre.

» Carl Vogt n'est jamais resté inactif; dans les dernières années, il publiait, avec un collaborateur (M. Jung), un Traité de Zoologie. Tout le monde estimera qu'une existence si bien remplie fait honneur à l'humanité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les terres de la cérite;* par M. P. **Schützenberger.**

« Dans une première Communication sur le cérium [1], j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur les différences présentées par les cristallisations successives et fractionnées du sulfate de cérium obtenu par la méthode Debray, au point de vue du poids d'oxyde (bioxyde CeO^2) qui reste comme résidu de la calcination au rouge vif de ces sulfates.

» Les premières cristallisations, les plus abondantes, purifiées par plusieurs recristallisations, en reprenant toujours les premiers dépôts, donnent un produit dont la composition est constante.

» Pour ce sulfate, que, pour la facilité du langage, nous désignerons par le nom de *sulfate de* Ce *n*° 1 ou *de* Ce_1, on obtient les résultats suivants, selon le mode d'analyse :

» 1° Calcination du sulfate au rouge cerise, en comptant le résidu comme bioxyde,

Poids atomique.................................. $Ce_1 = 139,5$

» 2° Calcination du sulfate au rouge blanc, en comptant le résidu comme bioxyde,

Poids atomique...................... $Ce_1 = 129,0$ à $138,8$

» 3° Dosage de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum, dosage fait avec les précautions indiquées dans la première Note,

Poids atomique.................. $Ce_1 = 139^{gr},5$

» 4° Synthèse du sulfate en prenant comme point de départ le bioxyde

---

(1) Voir *Comptes rendus,* même tome, p. 633.

jaune serin pur, très divisé, obtenu en brûlant l'oxalate à l'air à des températures variables :

Rouge sombre.............	$Ce_1 = 142$ à 143
Rouge cerise..............	$Ce_1 = 139,7$
Rouge blanc...............	$Ce_1 = 139$ à 138,8 (¹)

» Si, au contraire, on s'adresse aux cristaux de sulfate retirés des dernières eaux mères, obtenus au moyen de précipitation par l'alcool, lavage à l'alcool, dessiccation et déshydratation, redissolution et recristallisation, les résultats sont nettement distincts et paraissent révéler la présence de terres étrangères.

» C'est pour élucider cette question que j'ai dû étudier à fond les diverses méthodes de détermination du poids atomique du cérium, basées sur l'analyse ou la synthèse du sulfate.

» Voici, comme exemple, l'analyse d'un sulfate des dernières eaux mères et que je désignerai sous le nom provisoire de *sulfate de cérium n° 2* ou *de* Ce_2.

» Il ressemble en apparence entièrement au sulfate de cérium n° 1.

» On a préalablement réalisé toutes les opérations susceptibles d'écarter les bases yttriques, les alcalis, les terres alcalines, le didyme et le lanthane. Ce sulfate forme avec le sulfate de potasse un sel double entièrement insoluble dans une solution saturée de sulfate potassique; l'eau mère du sulfate double ne révèle pas trace d'oxydes terreux.

» 1° Analyse par dosage de l'acide sulfurique au moyen du chlorure de baryum

Poids atomique déduit........................ $Ce_2 = 138,75$

» 2° Eau de cristallisation du sulfate déposé à 75° sous forme de prismes incolores, isomorphes avec le sulfate de cérium n° 1

Pour 100.. 13,66

» 3° Analyse du sulfate anhydre (séché à 440° dans un bain de vapeur de soufre) par calcination au rouge vif presque blanc

a.	Sulfate anhydre employé............................	2,120
	Oxyde obtenu, de couleur rouge rosé très marquée....	1,272

(¹) Ces différences ne peuvent être attribuées qu'à des variations dans la composition de l'oxyde dues à l'action de la chaleur. Il renfermerait tantôt plus, tantôt moins d'oxygène que ne l'exige la formule limite CeO^2.

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde

$$Ce_2 = 136,0$$

b. Sulfate anhydre employé	1,8593
Oxyde rougeâtre obtenu	1,1180

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde

$$Ce_2 = 135,7.$$

» 4° Synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde très divisé, de couleur jaune rosé, obtenu en brûlant l'oxalate à l'air, au rouge sombre :

Oxyde employé	1,1756
Sulfate anhydre obtenu	1,9262
Oxyde non attaqué à déduire	0,0055

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde :

$$Ce_2 = 142,5.$$

» La comparaison de ces résultats avec ceux que donne le sulfate de cérium n° 1 montre :

» 1° Que le poids atomique de Ce_1 déduit du dosage de l'acide sulfurique est supérieur d'environ une unité à celui de Ce_2 obtenu de la même façon

$$Ce_1 = 139,45,$$
$$Ce_2 = 138,75;$$

» 2° Que les poids atomiques de Ce_1 et de Ce_2 déterminés par synthèse des sulfates au moyen des oxydes obtenus en brûlant au rouge sombre les oxalates, au contact de l'air, diffèrent très peu.

$$Ce_1 = 143,3,$$
$$Ce_2 = 142,5,$$

et sont tous deux plus élevés que ceux des poids atomiques obtenus en dosant SO^4.

» 3° Que les poids atomiques déduits de la calcination au rouge vif, presque blanc, des sulfates, en comptant les résidus comme bioxydes, sont très distincts :

$$Ce_1 = 139,$$
$$Ce_1 = 136 \text{ à } 135,7.$$

» Pour le cérium n° 1, cette dernière méthode donne un résultat très voisin de l'analyse type fondée sur le dosage de SO^4 par Cl^2Ba. Le bioxyde

de Ce_1 n'éprouve donc, au rouge blanc, qu'une très faible perte en oxygène.

» Au contraire, pour Ce_2 l'écart est considérable; car on a

138,75 d'un côté,
135,7 de l'autre.

» D'après cela, le bioxyde de Ce_2, dont l'existence est établie par les résultats fournis par la synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde de l'oxalate, éprouve évidemment par le fait de la calcination au rouge vif, presque blanc, une perte sensible d'oxygène, et se trouve partiellement ramené à l'état de sesquioxyde.

» 4° Le résidu de la calcination des deux sulfates au rouge blanc offrent des couleurs très différentes; pour Ce_1, il est presque blanc; pour Ce_2, il est brun rose clair.

» 5° Le sulfates de Ce_1 et de Ce_2 sont isomorphes et renferment la même quantité d'eau de cristallisation, 5 molécules pour les cristaux déposés à 75°, quelquefois 6 molécules.

» Il est infiniment probable que le sulfate de Ce_2 analysé plus haut n'était qu'un mélange de sulfate de cérium ordinaire n° 1 avec un autre sulfate.

» L'oxyde résidu de la calcination à blanc du sulfate de Ce_2 aurait pour formule $(Ce^2O^4)^2Ce^2O^3$, en prenant pour Ce la valeur 138,75 déduite du dosage de l'acide sulfurique.

» Les faits suivants corroborent cette manière de voir.

» Jusqu'ici nous n'avions opéré que sur les cristaux déposés à chaud (75°) pendant l'évaporation des sulfates bruts obtenus par le traitement classique de la cérite (voir la première Note).

» La quantité de produit obtenue par cette voie est très faible et ne permet pas d'aller plus loin dans les fractionnements.

» Le traitement des dernières eaux mères de ces cristallisations m'a permis d'arriver à un produit analogue que nous désignerons par Ce_3.

» L'analyse du sulfate longuement purifié a donné les résultats suivants :

» 1° Par la synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde fourni par la combustion au rouge sombre de l'oxalate, oxyde compté comme bioxyde :

$$Ce_3 = 142,4;$$

» 2° Par le dosage de l'acide sulfurique, au moyen de $BaCl^2$:

$$Ce_3 = 137,1;$$

» 3° Par la calcination au rouge vif presque blanc du sulfate,

$$Ce_3 = 128 \text{ à } 130.$$

» Ces derniers résultats conduisent à attribuer à cet oxyde résidu qui est rouge-brun la formule

$$(Ce_3^2 O^4).(Ce_5^2 O^3) \quad \text{ou} \quad C_3^4 O^7.$$

Cet oxyde calciné est très difficilement attaquable par l'acide sulfurique concentré. Pour le convertir en sulfate, il faut reprendre plusieurs fois les résidus après dissolution dans l'eau des sulfates formés.

» Jusqu'ici il m'a été impossible de partager par cristallisations fractionnées le sulfate de Ce_3 en des produits de composition distincte. Il se peut donc que l'on soit ici en présence d'un produit défini.

» Il est, cependant, aussi possible que le sulfate de Ce_3 représente un sulfate double de Ce_1 donnant par calcination $Ce_1^2 O^4$ et d'un autre sulfate de Ce_4 donnant par calcination $Ce_4^2 O^3$. Dans cette hypothèse, on peut calculer approximativement le poids atomique de Ce_4. Il serait égal à 134;

$$\frac{134 + 140}{2} = 137.$$

Quoi qu'il en soit, ces expériences établissent dès à présent que l'oxyde de cérium est, dans la cérite, accompagné de petites quantités d'une autre terre à poids atomique plus faible, 137 ou 134, susceptible, comme l'oxyde de cérium ($Ce^2 O^3$) de se convertir par oxydation en un bioxyde, dont le sulfate isomorphe avec celui de cérium forme, comme ce dernier, des sulfates doubles insolubles avec les sulfates alcalins, et dont le bioxyde calciné présente une couleur brun-rougeâtre, même sans l'intervention du didyme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur l'argon.* Note de M. **Henri Moissan**.

« La belle découverte de l'argon par Lord Rayleigh et M. Ramsay vient de nous démontrer que les corps gazeux comme les corps solides que nous rencontrons dans la nature peuvent renfermer en très petites quantités des éléments ignorés jusqu'ici. Ce gaz argon présente de plus un caractère tout spécial, car son activité chimique est à peu près nulle. Ce sont ses

propriétés physiques qui en ont permis la recherche, la préparation et l'étude.

» M. Ramsay ayant eu la complaisance de me confier 100^{cc} de cet argon, pour essayer de le combiner au fluor, j'ai pu faire sur ce nouveau gaz quelques essais que je rapporterai brièvement.

» Depuis plusieurs années, j'ai eu l'occasion d'étudier plusieurs corps simples qui, dans des conditions de température déterminées, se combinent à l'azote avec une grande énergie. Tels sont, en particulier, le bore et le titane.

» J'ai chauffé du titane, aussi pur que possible, dans une atmosphère d'argon à la température de ramollissement du verre ordinaire, et, après trente minutes de chauffe, il n'y a pas eu diminution de volume, par conséquent pas de combinaison vraisemblable. Le titane n'avait pas changé d'aspect.

» Le bore pur, préparé par le magnésium, chauffé dans une cloche courbe de verre de Bohême, ne s'est pas davantage combiné à l'argon ; tandis que, dans les mêmes conditions, il s'unit à l'azote pour donner de l'azoture de bore solide.

» Cet argon, chauffé en présence de lithium (1), ne diminue pas de volume, et l'on sait que, dans ces conditions, l'azote fournit rapidement un azoture solide de lithium, ainsi que M. Ouvrard l'a démontré (2).

» La curieuse décomposition de la clévéite par l'acide sulfurique m'a amené à rechercher si l'uranium n'aurait pas d'action sur l'argon. Un volume d'argon, mesuré sur la cuve à mercure, a été chauffé dans une petite cloche courbe en verre ordinaire, en présence de plusieurs fragments d'uranium. Après vingt minutes de chauffe, le volume gazeux n'a pas été modifié. Cet uranium avait été préparé au four électrique et renfermait 3,5 pour 100 de carbone.

» Pour étudier l'action du fluor sur ce nouveau corps simple, je me suis servi de l'appareil suivant :

» Un cylindre de platine de 10^{cm} de longueur et de 2^{cm} de diamètre est fermé par deux montures métalliques portant des disques de fluorine transparente à faces parallèles. Latéralement deux petits tubes de platine peuvent amener l'un du fluor, l'autre de l'argon. Ces deux tubes de platine

---

(1) Je dois ce lithium métallique à l'obligeance de M. Guntz. Ce métal a été préparé par le procédé d'électrolyse indiqué par ce savant.

(2) Ouvrard, *Sur un azoture de lithium* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 120).

se trouvent en face l'un de l'autre. Un troisième tube, placé à l'extrémité du cylindre, laisse écouler le mélange gazeux. De petits robinets métalliques permettent de fermer l'appareil sans cependant pouvoir y exercer une pression un peu forte. Enfin, une tige métallique, isolée par la lame transparente de fluorine qu'elle traverse, permet de faire jaillir à l'intérieur l'étincelle d'une bobine d'induction.

» Les montures métalliques qui contiennent les disques de fluorine transparente, ainsi que les extrémités des tubes, sont serrées au moyen d'écrous qui écrasent une petite couronne de plomb placée sur le rebord des deux tubes à réunir.

» Le cylindre de platine, séché avec soin, a été placé à la suite de l'appareil ([1]) qui m'a servi à préparer le fluor pur et qui a été décrit aux *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIII.

» On a balayé tout l'air qu'il renfermait en y faisant passer trois ou quatre litres de fluor. Le gaz qui se dégageait ne produisait pas de fumée à l'air et donnait avec le silicium une vive incandescence. On a arrêté le courant de gaz fluor et l'on a fait arriver, par l'autre petit tube de platine, le gaz argon déplacé lentement par du mercure dans une petite cloche à robinet. Lorsque le courant très lent de gaz argon est arrivé dans l'atmosphère de fluor, aucun phénomène visible ne s'est produit. En tenant le tube dans les doigts, on n'a ressenti aucun changement de température.

» Dans ce mélange d'argon et de fluor on a fait jaillir l'étincelle électrique qui n'a produit aucune réaction sensible.

» L'expérience a été recommencée deux fois, de façon à faire varier la proportion d'argon, et les résultats ont été aussi négatifs.

» La difficulté de manier le fluor ne nous a pas permis de reconnaître si, par l'action d'une série d'étincelles, il y aurait eu à la longue un changement de volume.

» La conclusion que nous pouvons tirer de ces expériences est la suivante : à la température ordinaire ou sous l'action d'une étincelle d'induction, un mélange de fluor et d'argon n'entre pas en combinaison. »

([1]) L'appareil producteur de fluor était muni d'un petit réfrigérant et de deux tubes à fluorure de sodium pour retenir les vapeurs d'acide fluorhydrique.

ÉCONOMIE RURALE. — *Application systématique de la pomme de terre à l'alimentation du betail;* par M. **Aimé Girard.**

« Les conclusions pratiques auxquelles ont abouti, en 1894, mes recherches sur l'emploi systématique de la pomme de terre à l'alimentation des animaux de boucherie ont vivement frappé le monde agricole. Dans l'application, ancienne déjà, mais confuse jusqu'ici, dont j'ai cherché à préciser les conditions et les mérites, beaucoup ont dès lors reconnu le débouché indispensable que réclame aujourd'hui la culture intensive de la pomme de terre et qui, seul, peut assurer son avenir.

» L'importance des résultats acquis en cette circonstance m'a engagé à entreprendre, pendant l'hiver de 1894-1895 des recherches nouvelles sur le même sujet et à renouveler la démonstration que les premières avaient apportée.

» C'est, comme en 1893-1894, sur des bœufs et des moutons que ces recherches ont porté, et c'est à la ferme de la Faisanderie annexée à l'Institut agronomique qu'elles ont eu lieu.

» Suivant le désir exprimé par M. Viger, alors Ministre de l'Agriculture, et pour rendre la démonstration plus générale, les bœufs mis en expérience ont été choisis dans trois races différentes. Ces bœufs, que mes ressources ne m'auraient pas permis d'acquérir, ont été mis à ma disposition, avec une libéralité dont je ne saurais trop le remercier, par M. E. Tainturier, marchand boucher en gros à Paris, qui, non seulement a refusé toute rémunération à ce propos, mais encore a voulu que les bénéfices réalisés fussent tout entiers consacrés aux frais de l'expérience.

» La bande comprenait neuf animaux; trois de race Charolaise, trois de race Durham-Mancelle et trois de race Limousine.

» Quant aux moutons, de race Solognote, qu'au nombre de trente j'ai, cette année, nourris à la pomme de terre, je les ai choisis simplement dans le troupeau de la ferme de la Faisanderie.

» C'est à un système d'alimentation identique qu'ont été soumis tous les bœufs et les deux tiers des moutons (vingt animaux); ce système repose sur l'emploi d'une ration soigneusement déterminée de pommes de terre cuites et de foin : quant aux dix moutons du dernier tiers, mis en comparaison avec les premiers, c'est à la pomme de terre crue qu'ils ont été nourris.

» Instruit par les résultats de 1893-1894, je n'avais pas à hésiter cette année sur la composition de la ration destinée aux uns et aux autres. Sans insister ici sur les considérations qui ont déterminé cette composition, considérations qui sont exposées en détail dans le Mémoire développé qui paraîtra prochainement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, je me contenterai de dire que cette ration était composée de la manière suivante, par tête et par jour :

	Bœufs.		Moutons.	
	kg		kg	
Pommes de terre.....	25	mélangés	2,500	mélangés
Foin haché..........	3		0,300	
Sel..................	0,030		0,003	
Foin en bottes.......	6		0,600	

» Dans la ration des neuf bœufs, c'est toujours après avoir été cuite à la vapeur, au moyen de l'appareil Egrot, que la pomme de terre est intervenue.

» Les moutons étaient répartis en trois lots (n°s 1, 2 et 3); les n°s 1 et 2 recevaient, comme les bœufs, la pomme de terre cuite à la vapeur; quant aux moutons du lot n° 3, c'est à l'état crû et après avoir été divisée au coupe-racines que la pomme de terre leur était délivrée.

» Cuite ou crue, d'ailleurs, et pour faciliter la rumination, la pomme de terre était, avant sa mise en consommation, additionnée du tiers du foin destiné aux animaux.

» Dans un large cuvier, 275^{kg} de pommes de terre cuites, par exemple (c'était la ration d'un jour), 29^{kg} de foin divisé au hache-paille et $0^{kg},290$ de sel étaient étendus par lits successifs, puis le tout mélangé à la pelle et le mélange chaud enfin abandonné au repos jusqu'au lendemain.

» Une légère fermentation se produit dans ces circonstances, le mélange acquiert une odeur agréable et les animaux s'en montrent particulièrement friands.

» C'est en trois repas que la ration journalière était répartie ; à la suite de chacun d'eux et pour le compléter, chaque animal recevait, sous forme de bottes déliées, les deux tiers du foin afférent à sa ration.

» Quant aux moutons nourris à la pomme de terre crue, c'est dans les mêmes conditions, en mélangeant aux pommes de terre débitées en cossettes le tiers du foin de la ration, préalablement haché, que leur alimentation a été conduite.

» C'est au commencement du mois de novembre 1894 que la mise en route a eu lieu ; c'est le 16 janvier 1895 pour les bœufs, le 5 février pour

les moutons, que l'expérience a pris fin; pour les premiers, et à trois exceptions près, elle a duré soixante et onze jours; pour les seconds, elle a duré quatre-vingt-dix jours.

» Pour apprécier la valeur pratique d'un système alimentaire appliqué à la préparation des animaux de boucherie, trois données sont à considérer : l'augmentation du poids vif, le rendement en viande nette, la qualité de la viande. J'exposerai rapidement les résultats que l'abatage des bœufs et des moutons a permis de constater à ces trois points de vue.

» *Augmentation du poids vif.* — Les bœufs qui m'avaient été confiés par M. E. Tainturier étaient en très bel état; même leur degré d'engraissement était généralement trop avancé pour qu'on pût espérer une augmentation du poids vif considérable. Celle-ci cependant, grâce à l'alimentation à la pomme de terre cuite et au foin, a été plus importante qu'on aurait pu l'espérer d'une ration aussi simple que celle qu'ils ont reçue. Voici, en effet, à quels chiffres cette augmentation s'est élevée :

	Nos.	Duree de l'alimentation.	Poids		Augmentation du poids vif	
			initial.	final.	totale.	par jour.
		jours	kg	kg	kg	kg
Charolais	1	63	930	1061	131	2,079
	2	71	970	1075	105	1,464
	3	85	1024	1110	86	1,010
Durham-Manceaux	4	71	765	840	75	1,056
	5	71	837	933	96	1,352
	6	71	832	919	87	1,225
Limousins	7	71	878	1010	132	1,858
	8	50	745	833	88	1,760
	9	71	825	902	77	1,084
		624	7806	8623	877	1,405

» Pour évaluer d'une manière équitable l'augmentation du poids vif réalisée par l'alimentation à la pomme de terre et au foin, il convient, pour diverses raisons que j'expose dans mon Mémoire, d'éliminer de ce Tableau les animaux numérotés 3, 4 et 9. On voit alors l'augmentation du poids vif représenter, chez les six autres animaux : pour les Charolais, 14 et 10,8 pour 100 du poids initial, pour les Durham-Manceaux, 11,4 et 10,4 pour 100 de ce poids, pour les Limousins enfin 15 et 11,5 pour 100.

» Ce sont là des augmentations considérables qui rarement sont réalisées en une période d'engraissement aussi courte et qui, dans l'ensemble, sont supérieures à celles que j'avais constatées l'année dernière.

» Pour les moutons, l'augmentation de poids vif a dépassé tout ce que l'on pouvait espérer; en quatre-vingt-dix jours, du 7 novembre 1894 au 5 février 1895, elle a atteint les chiffres ci-dessous pour les trois lots composés chacun de dix animaux âgés les uns (lot n° 1) de 3 ans, les autres (lot n° 2) de 4 ans, les derniers (lot n° 3) de 3 et 4 ans et nourris à la pomme de terre :

		Poids		Augmentation	
		initial.	final.	du lot.	par tête.
cuite.	Lot n° 1...........	357 kg	521 kg	164 kg	16,400 kg
cuite.	Lot n° 2...........	359	515	156	15,600
crue.	Lot n° 3...........	376	517	141	14,100

» Ce qui correspond, en centièmes du poids initial, à une augmentation de 45,9 pour 100 pour le premier lot, de 43,4 pour 100 pour les seconds, de 39,3 pour le troisième.

» Pour les deux premiers lots, par conséquent, l'augmentation du poids vif a été proche de la moitié du poids initial, résultat considérable et qui témoigne de la haute valeur du système d'alimentation dont je m'attache en ce moment à établir les mérites.

» Des chiffres qui précèdent résulte, en outre, une constatation nouvelle de l'infériorité de l'emploi de la pomme de terre crue comparé à l'emploi de la pomme de terre cuite.

» *Rendement en viande nette.* — C'est à des rendements tout à fait supérieurs aussi bien pour les bœufs que pour les moutons qu'ont abouti les expériences dont, en ce moment, je présente le résumé.

» En général, pour les bœufs d'écurie, le rendement en viande nette dépasse rarement 53 à 56 pour 100; ce dernier chiffre est un maximum.

» Bien plus important a été, en 1894-1895, le rendement des bœufs nourris à la pomme de terre et au foin; c'est aux chiffres suivants, en effet, que ce rendement s'est élevé.

Charolais.		Durham-Manceaux.		Limousins.	
N° 1.......	59,85	N° 4.......	60,24	N° 7.......	61,68
N° 2.......	60,74	N° 5.......	60,21	N° 8.......	62,17
N° 3.......	59,19	N° 6.......	60,93	N° 9.......	61,76
Moyennes.	59,92	....	60,46	....	61,94

» Ces chiffres doivent être regardés comme particulièrement remarquables, ceux qu'ont donnés les Limousins, comme exceptionnels.

» Les rendements en viande nette, fournis par les moutons, sont peut-

être plus beaux encore, surtout si l'on considère que, pris dans le troupeau, nourris de betteraves et de foin, ceux-ci ne rendent généralement pas plus de 41 pour 100. Voici, en effet, quel pourcentage les rendements ont atteint en moyenne :

Lot n° 1.................	52,87 pour 100
» n° 2.................	55,12 »
» n° 3.................	52,90 »

» Aucun système d'amélioration ne saurait donner, en quatre-vingt-dix jours, de meilleurs résultats; ceux qu'a fourni notamment le lot n° 2 (moutons de quatre ans nourris à la pomme de terre cuite) doivent être considérés comme des maxima.

» *Qualité de la viande.* — C'est sous le rapport de la qualité de la viande plus encore peut-être que sous le rapport de l'augmentation du poids vif et du rendement en viande nette que s'affirme la supériorité de l'alimentation à la pomme de terre cuite et au foin.

» Toutes les personnes qui ont été mises en situation de déguster la viande des bœufs qui ont figuré au Concours général agricole ont été unanimes sur ce point : cette viande a accusé des qualités rares; fine et succulente entre toutes, elle s'est montrée capable de rivaliser avec la viande des meilleurs animaux engraissés au pré.

» Dans le Mémoire détaillé, qui paraîtra prochainement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, figurent les déclarations des six bouchers de Paris qui ont acheté et débité à leur clientèle ces bœufs abattus; tous déclarent qu'il est impossible de rencontrer des viandes plus belles, plus appétissantes, mieux persillées et moins chargées de graisse.

» La viande des moutons nourris à la pomme de terre cuite a été trouvée, s'il est possible, supérieure encore. Il en est autrement de la viande des moutons nourris à la pomme de terre crue; les qualités de celle-ci ne dépassent pas les qualités de la viande ordinaire.

» A chacun des trois points de vue qu'il convient d'envisager pour établir la valeur d'un système alimentaire, le système qui repose sur l'emploi de la pomme de terre cuite accuse donc une supériorité incontestable par rapport à ceux dont les résidus industriels, les pulpes, la betterave elle-même forment la base.

» Il ne reste plus alors qu'à établir le prix de revient des produits obtenus par ce système. Je ne saurais ici aborder le détail des comptes, en dépenses et en recettes, relatifs à chaque bœuf ou à chaque lot de moutons.

Ces comptes sont exposés dans mon Mémoire et je me contenterai d'indiquer, comme conclusion générale, le chiffre des bénéfices en argent auxquels aboutissent les uns et les autres.

» Ces bénéfices nets, toutes dépenses payées, ont été, par tête, pour les

Charolais de	130^{fr}	en moyenne
Durham-Manceaux de	135	»
Limousins de	226	»

» Ce sont là de gros bénéfices, étant donnée la courte période qui les a fournis; ceux qu'ont réalisés les Limousins indiquent évidemment chez ces animaux, une aptitude spéciale à l'assimilation des principes nutritifs que la pomme de terre leur présente.

» Quant aux moutons, les bénéfices ont été, par tête, pour le

Premier lot de	11^{fr},34	en moyenne
Deuxième lot de	11,13	»
Troisième lot de	5,50	»

» Ce dernier chiffre vient, par sa faiblesse, confirmer l'infériorité, déjà constatée l'année dernière, de l'alimentation à la pomme de terre crue par rapport à l'alimentation à la pomme de terre cuite.

» Tels sont, en résumé, les résultats remarquables auxquels a abouti, en 1894-1895, la deuxième application systématique de la pomme de terre cuite à la préparation des animaux de boucherie.

» La pomme de terre riche et à grand rendement, disais-je l'année dernière, doit être dorénavant considérée comme un fourrage de premier ordre.

» Il serait difficile de trouver, de cette vérité, une démonstration plus frappante que celle apportée par mes recherches de cette année.

» C'est une richesse nouvelle qu'offrent à l'agriculture française les bénéfices établis par ces recherches; c'est, pour les contrées fertiles où l'élevage et l'engraissement sont déjà en honneur, le moyen d'augmenter le nombre des animaux qu'on y prépare pour la boucherie; c'est, pour les contrées pauvres où les fourrages herbacés sont d'une culture difficile, où les pommes de terre prospèrent au contraire, le moyen d'entrer en lice et de concourir, avec un grand profit, à l'augmentation de la production de la viande dans notre pays. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — Commission permanente, composée des Membres de la Section de Chimie : MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan, Grimaux.

Prix La Caze (Chimie). — MM. Berthelot, Schlœsing, Hautefeuille seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie.

Prix Delesse. — MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Gaudry, Hautefeuille réunissent la majorité des suffrages.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix de La Fons-Mélicocq. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Chatin, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Verneuil, Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Larrey, Sappey, Chauveau, Brouardel réunissent la majorité des suffrages.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Verneuil, Guyon, Potain, d'Arsonval réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Rapport sur la Table des nombres triangulaires de* M. Arnaudeau.

(Commissaires : MM. Darboux, Tisserand, Bouquet de la Grye, rapporteur.)

« M. Arnaudeau a présenté à l'Académie des Sciences un Mémoire devant servir d'introduction à une Table des nombres triangulaires qu'il a calculée jusqu'à 100 000. On sait qu'on nomme *triangulaire d'un nombre* la somme de tous ceux qui lui sont inférieurs ajoutée à ce même nombre.

» M. Arnaudeau montre tout d'abord, en s'appuyant sur les principes élémentaires de la Géométrie et de l'Algèbre, qu'une Table des triangulaires peut servir à faire rapidement des opérations numériques et celle qu'il propose donne des produits de dix chiffres. Ces grands nombres sont nécessaires pour les calculs des Compagnies d'assurances et les actuaires qui ne peuvent acheter des machines à calculer ([1]) sont obligés de se servir des Tables peu usuelles de logarithmes à dix figures ou de celles des quarts de carrés.

» M. Arnaudeau préconise les deux formules suivantes pour faire la multiplication de deux chiffres a et b :

$$ab = S_a + S_{b-1} - S_{a-b} \qquad \text{et} \qquad ab = S_{a-1} + S_b - S_{a-b-1};$$

(S_a représentant le triangulaire de a). Chacune de ces formules exige trois entrées dans la Table et trois additions ou soustractions.

» Une autre formule $ab = S_{a+\frac{b-1}{2}} - S_{a-\frac{b-1}{2}}$ ne demanderait que deux entrées, mais elle n'est pas générale puisque b doit être impair ; d'ailleurs, elle ne donnerait pas des produits aussi élevés que les premières, où a et b peuvent monter jusqu'à 100 000.

» Si l'on se sert de la Table de logarithmes à dix figures de Véga, Table d'un format peu commode, on a deux opérations de plus qu'avec les triangulaires et encore le dernier chiffre doit être vérifié directement.

([1]) L'arithmomètre Bollée donne des produits de vingt figures.

» La relation $ab = \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2$ sert à entrer dans la Table des carrés; elle exige deux entrées et trois opérations, c'est-à-dire une de moins que les triangulaires; mais on entre avec la somme $a+b$, c'est-à-dire que pour avoir dix figures, il faut que la Table aille jusqu'à 200 000.

» En résumé, l'avantage apparent en premier lieu de la Table des nombres triangulaires est qu'elle est moitié moins volumineuse que celle des carrés.

» Elle se prête d'ailleurs à des calculs usuels, notamment en ce qui concerne les terrassements. Les volumes des remblais qui se présentent avec la pente d'un pour un sont donnés en effet immédiatement et les résultats sont assez vite obtenus avec d'autres pentes.

» Pour ces diverses considérations, nous pensons que la Table de M. Arnaudeau peut être utile.

» Nous terminerons en faisant remarquer qu'un récent Mémoire de M. Glaisher a indiqué les diverses propriétés des nombres triangulaires développées dans le travail de M. Arnaudeau. Il y a là une simple coïncidence, qui se présente fréquemment, lorsque l'attention des savants est portée sur une même difficulté à surmonter. En réalité, le travail de M. Arnaudeau était presque achevé lors de l'apparition du Mémoire de M. Glaisher. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Un Ouvrage de M. **Conning** sur l'ostréiculture est renvoyé à l'examen de MM. de Lacaze-Duthiers et Milne-Edwards.

La Note communiquée à l'Académie par M. **J. Rué** dans la séance du 1er avril dernier « sur les courbes des chemins de fer » est renvoyée à l'examen de MM. Resal et Maurice Lévy.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Bulletin de la Société d'Études des Sciences naturelles de Nîmes. 22e année, 1894. (Présenté par M. Darboux.)

2° Des Notes zoologiques par M. *Galien Mingaud*. (Présenté par M. Darboux.)

3° Années 1891 à 1894 de la *Bibliotheca mathematica*, journal d'Histoire des Mathématiques, publié par M. *Gustaf Eneström*. (Présentées par M. de Jonquières.)

4° Dix Notices annuelles de M. le professeur *A. Favaro*, qui peuvent être regardées comme un appendice aux dix années correspondantes de la *Bibliotheca*. (Présenté par M. de Jonquières.)

5° Une Note de M. *G. Eneström* sur la part de Jean Bernoulli dans la publication de l'« Analyse des infiniment petits » de L'Hôpital. Cette Note est une justification du géomètre français, appuyée sur des documents (non utilisés jusqu'à présent) extraits de la Correspondance de Bernoulli avec L'Hôpital et avec Varignon. Cette dernière Correspondance, qui n'a pas encore été publiée, contient beaucoup de documents intéressants sur l'Histoire des Mathématiques en France au commencement du XVIIIe siècle. (Présenté par M. de Jonquières.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'orbite de la comète de* 1771.

Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Tisserand.

« On sait qu'il existe un certain nombre de comètes dont les orbites passent pour hyperboliques, leurs excentricités ayant été trouvées légèrement supérieures à l'unité. La plus hyperbolique était la comète de 1771; je me propose de démontrer, au moyen d'observations inédites, que cette comète est, au contraire, elliptique (¹). La question est intéressante en elle-même et aussi au point de vue de l'origine des comètes.

» Cette comète fut découverte à Paris, le 1er avril 1771, par Messier, qui l'observa jusqu'au 19 juin suivant; toutefois son observation du 19 juin paraît erronée, et, de ce fait, sa série s'arrêterait au 9 juin. Après cette dernière date, elle ne fut observée que par Saint-Jacques de Silvabelle, directeur de l'observatoire de Marseille; il l'aperçut jusqu'au 20 juillet suivant,

(¹) La forme *actuellement* hyperbolique d'une orbite cométaire peut être due à des perturbations planétaires qui, antérieurement au passage observé au périhélie, ont transformé l'ellipse en hyperbole; c'est ce qui est arrivé pour la comète Barnard (1886 II), ainsi que M. Thraen vient de le montrer. La comète 1825 I paraît présenter un cas analogue. Ainsi le nombre des orbites réellement hyperboliques tend à diminuer de plus en plus, sinon à disparaître complètement.

mais ses observations ne furent publiées que très incomplètement, et les plus précises demeurèrent inédites. Burckhardt, qui en eut communication, utilisa en 1804 la dernière observation différentielle faite à Marseille le 17 juillet, et fut ainsi amené à *diminuer* de 47″ l'ascension droite publiée par Saint-Jacques.

» Au moyen de cette observation ainsi modifiée et de cinq autres de Messier, il calcula une orbite et trouva une excentricité notablement supérieure à l'unité (1,00944). Cette comète est, dit-il ([1]), la première « dont » on puisse, avec quelque certitude, dire que l'orbite a été hyperbolique; » toutes les circonstances se réunissent pour qu'on puisse y avoir quelque » confiance, car... »

» En 1821 Encke reprit, avec les mêmes six observations, le calcul de cette orbite et trouva pour l'excentricité 1,00937. Mais il avait été obligé d'adopter, pour le 17 juillet, la position de Burckhardt, parce qu'il ne put retrouver les observations de Saint-Jacques, qui passèrent alors pour être perdues.

» Avant de conclure définitivement il restait à faire concourir l'ensemble de toutes les observations à la détermination de l'orbite : c'est ce que fit M. Beebe en 1880; il trouva $e = 1,00966$.

» Toutefois, son travail, qui prêtait à la critique, fut repris aussitôt et avec plus de soin, par M. H. Kreutz qui dut laisser de côté, à cause de leurs discordances, les observations publiées de Saint-Jacques; pour celles qui étaient demeurées inédites, il en chercha vainement l'original à Marseille, à Paris et dans des papiers provenant de Burckhardt (Copenhague).

» D'après le calcul de M. Kreutz, basé sur les observations faites jusqu'au 9 juin, les ascensions droites indiquent une orbite sensiblement parabolique, tandis que les déclinaisons seraient mieux satisfaites par une hyperbole; et l'excentricité qui représente le mieux l'ensemble des observations serait voisine de 1,001. Si la correction de $-47''$ appliquée par Burckhardt était réelle, l'orbite serait décidément hyperbolique; mais M. Kreutz considère cette correction comme douteuse et même émet l'hypothèse que Burckhardt a pu se tromper de signe.

» Pour décider la question, il était donc indispensable de retrouver les observations originales de Saint-Jacques : elles étaient à l'Observatoire de Paris, où je viens de les rencontrer.

([1]) *Mémoires présentés à l'Institut par divers Savants* (*Sciences math. et physiques*, t. I, p. 402).

» De l'examen du manuscrit de Saint-Jacques il résulte que Burckhardt a dû commettre une erreur de 10 secondes de temps dans la réduction de l'observation du 17 juillet. Comme ce manuscrit est assez difficile à déchiffrer, je me bornerai, en ce moment, à montrer que cette observation, correctement réduite, conduit à une excentricité voisine de 0,998.

» D'après une configuration qui n'est accompagnée d'aucune explication, la comète passait, le 17 juillet 1771, 48 secondes de temps vrai après une étoile qui ne peut être que 21679 Lalande ([1]); et, par suite, l'ascension droite de la comète, rapportée à l'équinoxe vrai du jour, était 167°39′42″, tandis que Burckhardt donne 167°37′13″.

» Admettons que l'ascension droite corrigée se rapporte à l'heure imprimée de Saint-Jacques et adoptée par Burckhardt; alors, d'après les relations obtenues par M. Kreutz entre les variations des éléments et les écarts des lieux normaux en fonction de *de*, on trouve

	Observation — Calcul.	
e.	Écart de la position donnée par Burckhardt.	Écart de la position rectifiée.
1,002	— 1′.22″,9	+ 1′. 6″
1,000	— 1.59,8	+ 0.29
0,998	— 2.36,7	— 0. 8

L'excentricité serait donc voisine de 0,998.

» En admettant une incertitude de ± 15 minutes sur l'heure de l'observation, l'incertitude correspondante de l'excentricité serait ± 0,0012.

» Il résulte donc de cette recherche provisoire sur l'orbite de la comète de 1771 qu'une ellipse est beaucoup plus probable qu'une parabole et que l'hyperbole doit être définitivement rejetée. Nous espérons que les observation différentielles de Saint-Jacques, particulièrement celles qu'il a faites entre le 9 juin et le 17 juillet, permettront de fixer assez exactement la valeur de l'excentricité ([2]). »

([1]) L'heure précise de l'observation n'est pas explicitement indiquée, mais l'incertitude ne peut dépasser ± 15 minutes, ce qui correspond à une variation de ± 24 secondes d'arc en l'ascension droite. Dans les observations imprimées, Saint-Jacques donne $9^h12^m1^s$, temps vrai de Marseille, soit $9^h12^m31^s$, temps moyen de Paris; Burckhardt adopte $9^h12^m26^s$.

([2]) Pour le calcul définitif on disposera aussi de quelques observations inédites de Le Monnier. Il serait également utile de consulter les registres originaux de Messier,

MÉCANIQUE. — *Toute condition algébrique imposée au mouvement d'un corps est réalisable par le moyen d'un système articulé.* Note de M. G. **Koenigs**, présentée par M. Appell.

« En 1875, Kempe démontrait que toute courbe plane algébrique peut être décrite par le moyen d'un système articulé. J'ai démontré, il y a quinze jours (22 avril), le même théorème pour le cas des surfaces et des courbes gauches algébriques. Je me propose de donner ici toute son extension à cet ordre d'idées en prouvant que toute liaison algébrique imposée au mouvement d'un corps est réalisable par le moyen d'un système articulé.

» Soit $Oxyz$ un trièdre fixe, M un point variable qui sera l'origine d'un trièdre $M\xi\eta\zeta$ lié invariablement au corps mobile. Je relierai le point M au point O par un système de deux tiges articulées T, T′ (voir ma Note du 22 avril), assujetties à se mouvoir dans un plan Π passant par Oz et qui peut, lui-même, tourner autour de cet axe Oz. Je continue à représenter par Ω une tige mobile dans le plan xOy, qui est la trace du plan Π sur ce plan. Je conserve les notations θ, θ', φ de ma première Note. L'extrémité M de la tige T′ se trouve reliée au corps mobile par un joint de Cardan qui permet au corps de pivoter librement autour de ce point.

» Je considère le trièdre $O\xi'\eta'\zeta'$ parallèle au trièdre $M\xi\eta\zeta$, et qui a son sommet au point O. On pourra relier par un système articulé (Note du 22 avril) les tiges $O\xi'$, $M\xi$ de façon à les assujettir à demeurer parallèles; de même pour les tiges $O\eta'$, $M\eta$. Les trièdres $O\xi'\eta'\zeta''$, $M\xi\eta\zeta$ demeurent ainsi constamment parallèles.

» Soient Θ, Φ, Ψ les angles d'Euler qui fixent la position du trièdre $O\xi'\eta'\zeta'$; les angles θ, θ', φ, Θ, Φ, Ψ sont les six paramètres dont nous ferons dépendre la position du corps mobile.

» Une liaison algébrique imposée au mouvement se traduira par une équation entière par rapport aux sinus et cosinus de ces six angles et, en transformant par un procédé connu cette équation, nous pourrons l'ame-

---

registres qui paraissent égarés depuis longtemps. Le seul que nous connaissions se trouve à l'Observatoire de Paris (C 2 19) et s'étend du 1[er] janvier 1757 au 30 septembre 1760. Il ne contient aucune observation de comète, quoique Messier en ait fait un assez grand nombre dans cet intervalle, ce qui tend à prouver qu'il inscrivait les observations de comètes sur un registre spécial. Nous recevrions avec reconnaissance toutes les indications qui pourraient nous être données au sujet de ces registres.

ner à la forme

$$(1) \quad \sum A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix} \sin\begin{pmatrix} m\theta + m'\theta' + m''\theta \\ +\mu \end{pmatrix} \cos(n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu) = 0.$$

» Dans cette équation, m, m', m'', n, n', n'' sont des entiers positifs ou négatifs, μ, ν sont l'une des quantités 0, π, $+\frac{\pi}{2}$, $-\frac{\pi}{2}$, et, enfin, $A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ est un coefficient constant positif.

» Si nous arrivons à guider par des articulations une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ qui forme avec Oz l'angle $m\theta + m'\theta' + m''\theta + \mu$ et dont la projection $\Omega(n, n', n'', \nu)$ sur le plan xOy fasse avec Ox l'angle $n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu$, en donnant à cette tige la longueur $A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$, l'équation (1) exprime que la somme des projections sur Ox des tiges analogues à $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ est nulle. Nous serons donc amené à terminer notre raisonnement comme nous avons terminé celui qui fait l'objet de la Note du 22 avril. Il suffit ainsi de prouver la possibilité du guidage par articulations d'une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ pivotant autour du point O et satisfaisant aux conditions angulaires ci-dessus énoncées.

» Observons d'abord que l'angle Ψ est l'angle avec Ox de la ligne des nœuds ON, trace sur xOy du plan $\xi'O\eta'$; matérialisons ON, qui sera une tige pivotante autour de Oz dans le plan xOy; articulons ensuite $O\zeta'$ en O, de sorte que $O\zeta'$ pivote autour de O dans le plan normal à ON, enfin articulons en O la tige $O\xi'$ avec $O\zeta'$, de sorte que $O\xi'$ pivote autour de O dans le plan normal à $O\zeta'$; on pourra ensuite concevoir $O\eta'$ calé invariablement à angle droit sur $O\xi'$ dans le plan normal à $O\zeta'$. Ceci posé, soit OU une tige libre de tourner autour de O dans le plan xOy, nous savons réunir par des articulations (22 avril) les tiges ON, $O\xi$, OU, de sorte que OU, $O\xi$ fassent avec ON le même angle, l'angle Φ. Nous avons ainsi, dans le plan xOy, les tiges Ω, ON, OU, toutes pivotantes autour de O, et qui font, les deux premières, les angles φ et Ψ avec Ox, tandis que OU fait avec ON l'angle Φ; on saura donc (Kempe) réaliser une tige $\Omega(n, n', n'', \nu)$ pivotant autour de O dans le plan xOy, et faisant avec Ox l'angle $n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu$, et cela au moyen de systèmes articulés.

» Considérons une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ s'articulant en O avec

$$\Omega(n, n', n'', \nu),$$

l'axe d'articulation étant normal au plan mené par Oz et par $\Omega(n, n', n'', \nu)$; la tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ sera constamment contenue dans ce plan et

$$\Omega(n, n', n'', \nu)$$

sera sa projection sur le plan $x\mathrm{O}y$.

» Il reste à obliger $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ à faire avec Oz l'angle voulu

$$m\theta + m'\theta' + m''\Theta + \mu.$$

» Envisageons le plan Π qui contient Oz et les tiges T, T'. Articulons en O, sur le même axe autour duquel tourne déjà la tige T, une tige OV qui restera constamment, elle aussi, dans le plan Π. On peut relier OV, Oξ' et Oz (Note du 22 avril) par un système articulé qui force OV et Oζ' à faire avec Oz le même angle Θ, sans autre liaison. Nous avons alors dans le plan Π les tiges T, T', OV qui font avec Oz les angles θ, θ', Θ. Nous saurons donc (Kempe) guider par articulations une tige $\Delta(m, m', m'', \mu)$, pivotant autour de O dans ce plan et faisant avec Oz l'angle $m\theta + m'\theta' + m''\Theta + \mu$. Il ne nous restera plus qu'à relier par un système articulé les tiges Oz, $\Delta(m, m', m'', \mu)$, $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ pour forcer (22 avril) les deux dernières tiges à faire le même angle avec la première tige Oz.

» Le théorème se trouve donc démontré.

» On voit par cette proposition que les systèmes articulés, qui sont recherchés dans les applications industrielles, ont aussi un rôle théorique à remplir.

» *Addition.* — La proposition précédente peut être généralisée dans les termes suivants : Soient n points M_1, M_2, ..., M_n soumis à des liaisons algébriques, c'est-à-dire représentées par des équations algébriques entre les coordonnées de ces points; il est toujours possible de réaliser ces liaisons par un système articulé, reliant entre eux les n points donnés. Le même théorème est vrai si, au lieu de points, on prend des corps solides soumis entre eux à certaines liaisons algébriques. Je reviendrai ultérieurement sur ces propositions générales, qui sont fécondes en applications. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi d'une quatrième dimension.* Note de M. DE LA RIVE, présentée par M. Poincaré.

« *Définitions et propriétés générales.* — En considérant un système de quatre axes orthogonaux, X, Y, Z, U, un vecteur R est défini par ses quatre

projections x, y, z, u; le carré de la longueur est la somme des carrés des projections, et la direction est donnée par les quatre rapports respectifs de la projection à la longueur, désignés par a, b, c, d, ou cosinus directeurs, satisfaisant à la condition que la somme de leurs carrés est égale à l'unité. La projection d'un vecteur R sur une direction R' est définie par

$$R\cos(R, R') = R(aa' + bb' + cc' + dd') = a'z + b'y + c'z + d'u.$$

» Deux vecteurs sont orthogonaux l'un sur l'autre lorsque leur cosinus relatif est nul.

» 1° Des propriétés connues du déterminant $|a\ b\ c\ d|$ à seize éléments dans lequel la somme des carrés des éléments de chaque ligne est égale à l'unité et la somme des produits des éléments de deux lignes quelconques est nulle, il résulte :

» Si quatre directions, 1, 2, 3, 4 sont orthogonales entre elles, les groupes de quatre éléments, a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4, ..., constituent quatre autres directions également orthogonales entre elles et les projections d'un vecteur quelconque R sur ces directions, x', y', z', u', qui sont données par $x' = a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 u$, $y' = a_2 x$, ..., satisfont aux conditions définies ci-dessus pour l'expression du vecteur.

» Le carré de la longueur d'un vecteur est la somme des carrés de ses projections sur quatre directions orthogonales quelconques.

» Les équations de transformation des coordonnées de deux systèmes orthogonaux se trouvent établies.

» 2° On considère trois directions quelconques affectées des indices 1, 2, 3, et l'on cherche une quatrième direction, ayant l'indice 4, satisfaisant à la condition d'être orthogonale sur les trois premières. Soit $\Delta = |a\,b\,c\,d|$. Les trois équations de conditions se mettent sous la forme

$$\frac{a_4}{d_4}a_1 + \frac{b_4}{d_4}b_1 + \frac{c_4}{d_4}c_1 = -d_1 \ldots.$$

» Désignant par Δ_4^a, Δ_4^b, Δ_4^c, Δ_4^d les déterminants mineurs obtenus en supprimant dans Δ la quatrième ligne et respectivement les colonnes a, b, c, d, et par permutation circulaire à partir de Δ_4^a afin d'éviter le changement de signe, on a

$$(1)\qquad \frac{a_4}{\Delta_4^a} = \frac{b_4}{\Delta_4^b} = \frac{c_4}{\Delta_4^c} = \frac{d_4}{\Delta_4^d} = \frac{1}{\sqrt{(\Delta_4^a)^2 + (\Delta_4^b)^2 + (\Delta_4^c)^2 + (\Delta_4^d)^2}} = \frac{1}{\Delta}.$$

» *Remarque.* — Puisque la solution est toujours donnée par les (1), on conclut de là que trois droites imaginaires de l'espace à quatre dimensions

peuvent toujours être rapportées à un système orthogonal dont un axe est orthogonal sur chacune d'elles. Elles sont donc leur propre projection sur l'espace à trois dimensions dont ce quatrième axe est la normale et sont les droites réelles de cet espace; les longueurs des vecteurs et les cosinus relatifs de deux vecteurs définis plus haut deviennent les longueurs des vecteurs et les cosinus de leurs angles dans un espace à trois dimensions.

» On met la valeur de Δ_4^a sous la forme

$$\Delta_4^a = \sqrt{1-a_1^2}\sqrt{1-a_2^2}\sqrt{1-a_3^2}\left|\frac{b}{\sqrt{1-a^2}}\ \frac{c}{\sqrt{1-a^2}}\ \frac{d}{\sqrt{1-a^2}}\right|,$$

où les éléments du déterminant sont les cosinus directeurs de trois directions rapportées au système orthogonal Y, Z, U. Remarquons que la droite imaginaire $\frac{x}{a_1} = \frac{y}{b_1} = \frac{z}{c_1} = \frac{u}{d_1}$ a pour projection sur l'espace $x = 0$ la droite réelle $x\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{b_1} = y\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{c_1} = z\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{d_1}$ et que les longueurs $R_1\sqrt{1-a_1^2}$, $R_2\sqrt{1-a_2^2}$, $R_3\sqrt{1-a_3^2}$ sont les projections des vecteurs R_1, R_2, R_3 sur ce même espace, ou, autrement dit, ces vecteurs projetés suivant X. On sait que le déterminant a pour valeur le volume du parallélépipède avee l'unité de longueur pour arêtes. Par conséquent $R_1R_2R_3\Delta_4^a$ est le volume de la projection du parallélépipède ayant pour arêtes R_1, R_2, R_3 sur l'espace $x = 0$. De même pour Δ_4^b, Δ_4^c, Δ_4^d. D'autre part, on trouve

$$\Delta = \sqrt{\left\{\begin{array}{l} 1-(a_2a_3+b_2b_3+c_2c_3+d_2d_3)^2-(a_3a_1+b_3b_1+c_3c_1+d_3d_1)^2 \\ \quad -(a_1a_2+b_1b_2+c_1c_2+d_1d_2)^2+2(a_2a_3+\ldots)(a_3a_1+\ldots)(a_1a_2+\ldots) \end{array}\right\}},$$

dont la valeur, d'après la remarque ci-dessus, est celle du volume du parallélépipède construit sur R_1, R_2, R_3 avec l'unité suivant les arêtes. Les équations (1) donnent donc, en désignant par V ce volume et par $V_{y,z,u}$ le volume de sa projection sur l'espace $x = 0$,

$$a_4 = \frac{R_1R_2R_3\Delta_4^a}{R_1R_2R_3\Delta} = \frac{V_{y,z,u}}{V} = \ldots.$$

» On en conclut les deux théorèmes :

» Théorème I. — *Le volume de la projection d'un parallélépipède sur un espace à trois dimensions quelconque est égal au volume de ce parallélépipède multiplié par le cosinus de l'angle de la normale à l'espace du parallélépipède avec la normale à l'espace de projection.*

» Théorème II. — *La somme des carrés des quatre volumes, projections d'un parallélépipède sur quatre espaces orthogonaux, est égale au carré du volume de ce parallélépipède.*

» *Applications.* — La sphère imaginaire, qui est à la sphère ce que la sphère est au cercle, a pour équation

$$x^2 + y^2 + z^2 + u^2 = R^2.$$

Les équations de son intersection par l'espace $u = 0$ sont

$$(2) \qquad x^2 + y^2 + z^2 = R^2 \quad \text{et} \quad u = 0.$$

» Par une substitution orthogonale dans le plan ZU, on a

$$u = u' \cos\varphi - z' \sin\varphi, \qquad z = u' \sin\varphi + z' \cos\varphi,$$

d'où il résulte pour les équations (2)

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{R^2} + \frac{z'^2}{R \cos^2\varphi} = 1 \quad \text{et} \quad u' = z' \tang\varphi.$$

» La première est l'équation de la projection de la sphère sur l'espace $u' = 0$. On en conclut:

» *La projection d'une sphère de rayon* R *située dans un certain espace, défini par sa normale, sur un autre espace dont la normale fait avec la première un angle* φ, *est un ellipsoïde de révolution aplati. L'axe de l'ellipsoïde est dans le plan des deux normales et la longueur du demi-axe est* $R \cos\varphi$.

» Cette projection est dans l'espace $u' = 0$ et, par une seconde substitution orthogonale dans le plan U'Y, on trouve par le même procédé, pour l'équation de la projection sur l'espace $u'' = 0$, dont la normale u'' fait un angle φ' avec u',

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y'^2}{R^2 \cos^2\varphi'} + \frac{z'^2}{R^2 \cos^2\varphi} = 1,$$

ellipsoïde dont les trois demi-axes a, b, c sont égaux à R, $R \cos\varphi'$, $R \cos\varphi$, d'où il résulte :

» *Par deux projections successives d'une sphère on obtient un ellipsoïde à trois axes inégaux.*

» En appliquant le théorème I aux éléments cubiques de volume, soit de la sphère, soit de l'ellipsoïde de révolution, on obtient le volume de l'ellipsoïde à trois axes inégaux, en multipliant celui de la sphère par $\cos\varphi \cos\varphi'$, ce qui donne $\frac{4}{3}\pi abc$.

» On trouve les propriétés de trois diamètres conjugués en considérant trois diamètres orthogonaux quelconques de la sphère. »

OPTIQUE. — *Sur les spectres cannelés.* Note de M. **Arthur Schuster**, présentée par M. Poincaré.

« M. Poincaré s'est récemment (*Comptes rendus*, p. 758) occupé d'une question que j'ai traitée en détail l'année dernière (*Philosophical Magazine*, p. 509; juin 1894). Comme nous arrivons à des conclusions diamétralement opposées, je me permets de soumettre à l'Académie les raisons qui me portent à croire que l'éminent auteur a tiré d'une analyse incontestable un résultat qui me paraît faux. Il s'agit de l'expérience de MM. Foucault et Fizeau sur le spectre cannelé qu'on observe si deux rayons de lumière blanche tombent avec un retard relatif sur la fente d'un spectroscope. Faut-il conclure de cette expérience que le mouvement lumineux possède une espèce de permanence? C'est ce que tous les physiciens ont affirmé avant que M. Gouy et, plus tard, Lord Rayleigh aient mis en question la justesse de cette conclusion. En lisant les travaux de ces auteurs, les mêmes doutes, que M. Poincaré énonce maintenant, me survenaient, mais un examen attentif me montrait que ces Messieurs avaient bien raison. J'ai donné, dans le travail cité, une discussion détaillée de la question. Quant aux formules de M. Poincaré, je suis tout à fait en accord avec lui, et sous une forme différente elles sont toutes contenues dans mon Mémoire. Nous partons de compagnie du moment où, après avoir déduit l'équation

$$\int_{\theta_0}^{\theta_1} [F(t-\theta) + F(t-\theta+h)]\, e^{-iq(t-\theta)}\, d\theta,$$

il continue :

« L'expérience de M. Fizeau nous apprend que cette amplitude est pro-
» portionnelle à $(1 + e^{iqh})$. »

» Je ne connais pas d'expérience dont on peut tirer cette conclusion; M. Fizeau a montré en effet que le spectre observé présentait des cannelures, c'est-à-dire des maxima et des minima, mais il n'a pas prouvé qu'aux minima l'intensité fût zéro.

» On peut pousser l'analyse plus loin que ne l'a fait M. Poincaré, en introduisant la condition que le spectre qu'on observe quand il n'y a pas d'interférence ait une intensité qui ne varie pas rapidement avec la longueur d'onde. On simplifie le calcul en supposant l'intensité moyenne constante aux environs de la partie du spectre dans laquelle on fait l'observation.

» Voici le résultat de mon calcul :

» Il faut distinguer deux cas. Si le retard n des deux régions, mesuré en longueur d'onde, est plus petit que le nombre de traits N du réseau qui forme le spectre, l'intensité varie d'après la loi

$$1 + \left(1 - \frac{n}{N}\right) \cos 2n\pi.$$

» Dans le second cas, où le retard n est plus grand que N, l'intensité est constante et il n'y a plus de cannelures. Ce résultat est indépendant de toute hypothèse sur l'irrégularité du mouvement vibratoire qui cependant est introduite indirectement par la supposition d'un spectre d'intensité uniforme.

» En d'autres mots, il n'y a pas de spectres continus montrant une permanence des vibrations et l'équation (4 *bis*) de M. Poincaré ne peut exister si la lumière examinée n'est pas homogène.

» On pourrait faire la supposition que les spectres qui nous apparaissent comme continus sont en réalité des spectres de lignes tellement rapprochées que nos instruments ne peuvent pas les résoudre. On aurait donc pour chaque ligne un mouvement tout à fait régulier et, pour deux rayons ayant une différence de marche, certaines de ces lignes seraient détruites pendant que d'autres montreraient une intensité quadruple. Néanmoins, le calcul nous enseigne qu'il n'y a pas de cannelures si la différence de marche dépasse le nombre de traits des réseaux. Cela tient au fait que l'image d'une fente infiniment étroite consiste, même pour une vibration homogène, en une bande étroite bordée de franges et, dans le cas considéré, ces images empiètent l'une sur l'autre de façon à détruire toute variation d'intensité le long du spectre.

» Pour montrer que les expériences de MM. Fizeau et Foucault sont en accord avec la théorie, il faut modifier la formule de sorte qu'on puisse l'appliquer aux prismes. On obtient cette modification ou par une méthode que j'ai donnée dans le Travail cité, ou directement en appliquant l'expression de Lord Rayleigh sur le pouvoir résolvant des prismes. On trouve qu'il faut remplacer le nombre R de traits des réseaux par $t\frac{d\mu}{d\lambda}$, où t est la plus grande épaisseur du prisme traversée par le rayon, μ l'indice de réfraction et λ la longueur d'onde. C'est un résultat qui est différent de celui donné par M. Poincaré à la fin de sa Note. Mais il me semble qu'il y a une erreur de la part de cet auteur, car, selon lui, la pureté d'un spectre serait

indépendante du pouvoir dispersif et même de l'indice de réfraction du prisme.

» Avec les prismes de verre, tels qu'on les emploie généralement, une épaisseur de 1^{cm} donne dans le bleu la même pureté à peu près qu'un réseau de 2000 traits. On cesserait donc d'observer les franges avec un tel prisme si le retard est plus grand que 2000 longueurs d'onde. MM. Fizeau et Foucault, en opérant avec un prisme, pouvaient observer des cannelures avec un retard de 1960 longueurs d'onde. On peut bien supposer que leur prisme avait au moins une épaisseur de 1^{cm} et l'expérience s'accorde donc parfaitement avec le calcul. Plus tard, ces mêmes auteurs ont observé les cannelures avec une différence de marche de 6527 longueurs d'onde dans le bleu; mais alors ils employaient plusieurs prismes, et la théorie ne donne qu'une épaisseur totale de 4^{cm} pour observer les cannelures dans ces conditions.

» Je dois renvoyer le lecteur à mon Travail pour les détails du calcul et pour la discussion de nombre d'autres points qui sont liés à la même question.

» En vue de la grande autorité qui s'attache avec raison à une opinion émise par M. Poincaré, sur un point de Mathématique physique, je le prie de renouveler la discussion de cette question et de faire part à l'Académie des résultats de son examen plus détaillé. Je ne peux pas douter qu'il admettra la justesse de la conclusion, d'abord énoncée par M. Gouy, que la régularité des vibrations, mise en évidence par les observations de MM. Fizeau et Foucault, n'existe pas dans le mouvement lumineux, mais est produite par l'appareil spectral. »

OPTIQUE. — *Absorption inégale des rayons circulaires droit et gauche dans certains corps actifs* (1). Note de M. **A. Cotton**, présentée par M. Lippmann.

« Dans un grand nombre de cristaux, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, qui se propagent avec des vitesses différentes, sont inégalement absorbés : c'est le phénomène du dichroïsme (tourmaline). Or, dans un milieu doué du pouvoir rotatoire, on considère aussi, depuis Fresnel, deux sortes de rayons, l'un circulaire droit, l'autre gauche, qui se pro-

(1) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

pagent avec des vitesses différentes. Si l'on rapproche cette double réfraction circulaire de la double réfraction des cristaux; si, d'autre part, on considère que la vitesse de la lumière dans un milieu et l'absorption qu'elle y subit ne sont pas deux phénomènes indépendants, on est conduit à se demander s'il n'y a pas des *corps actifs absorbant inégalement un rayon droit et un rayon gauche*.

» I. J'ai trouvé, en effet, des corps possédant cette propriété, en particulier parmi les solutions des tartrates colorés. Je citerai comme exemple les solutions de tartrate de cuivre dans la potasse ou la soude (et la liqueur de Fehling), et certains tartrates doubles du chrome et des métaux alcalins. Avec ces liquides on peut constater directement l'inégalité d'absorption pour la lumière d'un brûleur à sodium. J'ai construit dans ce but un double polariseur circulaire permettant de regarder à travers le liquide, deux plages lumineuses identiques et contiguës, donnant l'une de la lumière circulaire droite, l'autre de la lumière circulaire gauche. On voit nettement une différence d'intensité entre les deux plages. Les intensités de ces plages s'intervertissent lorsqu'on recommence l'expérience avec des solutions tout à fait pareilles, mais préparées avec l'acide tartrique gauche de Pasteur.

» II. Lorsque la lumière naturelle traverse un de ces liquides, elle est modifiée et contient à sa sortie plus de lumière *droite*, par exemple, que de lumière *gauche;* c'est ce qu'on voit immédiatement en retournant l'appareil précédent de façon que la lumière le traverse en sens inverse, le double polariseur circulaire fonctionnant alors comme analyseur. Si l'on trouve des corps possédant d'une façon plus marquée cette propriété du *dichroïsme circulaire*, on pourra s'en servir pour obtenir, sans autre appareil, de la lumière polarisée circulairement.

» III. Ces liquides ne font pas simplement tourner, comme les corps actifs transparents, une vibration qui s'y propage : ils la déforment. En particulier, lorsqu'un rayon polarisé rectilignement les traverse, les deux composantes circulaires inverses de la vibration sont affaiblies inégalement et donnent à la sortie une vibration elliptique. En montrant cette production de lumière elliptique, on met en évidence l'inégalité d'absorption. C'est ainsi que je l'ai observée tout d'abord, en me servant d'un procédé très sensible pour mettre en évidence des ellipses très aplaties. J'emploie la lame à teinte sensible de Bravais (ou plus généralement des lames minces de quartz, parallèles à l'axe, disposées de la même façon); mais, au lieu d'observer ses colorations, je projette une image de cette lame sur

la fente d'un spectroscope : j'observe alors dans le spectre une bande noire (de Fizeau et de Foucault) qui se coupe en deux parties correspondant aux deux moitiés de la lame, pour peu que la lumière incidente devienne elliptique.

» Cette production de lumière elliptique donne un moyen commode de *mesurer* l'inégalité d'absorption et remplace avantageusement les méthodes photométriques directes (que j'ai employées également).

» Désignons, en effet, par $\tang\varphi$ le rapport des axes de l'ellipse. Le rapport des amplitudes des deux composantes circulaires de la vibration, primitivement égales, a pour expression $\tang(45^\circ + \varphi)$. De la valeur observée pour φ, on déduit donc immédiatement (et avec une erreur relative beaucoup moindre) la valeur de ce rapport.

» En ajoutant à l'appareil précédent un quart d'onde (parallélépipède de Fresnel) entre le polariseur et la lame, on peut mesurer très facilement, non seulement cet angle φ, mais encore l'angle du grand axe de l'ellipse avec la vibration incidente, c'est-à-dire le pouvoir rotatoire ρ : les deux opérations à faire sont identiques. On peut alors faire ces mesures pour diverses franges de longueur d'onde bien déterminées et comparer entre elles la différence des vitesses des deux rayons et la différence de leurs absorptions.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai quelques-uns des résultats que j'ai obtenus. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la congélation des dissolutions à température constante.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Sarrau.

« La pression a pour effet de relever le point de congélation des liquides qui se contractent en se solidifiant. C'est en partant de ce principe que M. Amagat a pu étudier la solidification entre 15° et 20° de liquides fondant vers 0°.

» D'autre part, M. Raoult a montré qu'*à pression constante* le point de fusion de liquides renfermant quelques centièmes de matières étrangères s'abaissait en raison inverse du poids moléculaire du corps étranger dissous dans le liquide.

» Il m'a paru intéressant de rechercher expérimentalement s'il existe une relation entre le poids moléculaire d'un corps dissous et la pression nécessaire pour ramener le dissolvant à se solidifier à une *température fixe, constante.*

» Mes essais ont porté sur la benzine; ce liquide ayant présenté à M. Raoult de nombreuses anomalies, j'ai voulu voir si la pression ferait disparaître ou non ces anomalies.

» Pour expérimenter, j'ai purifié par cristallisations répétées une grande masse de benzine. J'en ai mis 3^{lit} à 4^{lit} dans un réservoir où plongeait la croix d'un appareil de M. Amagat; et j'ai opéré dans une salle dont la température, variant entre 0° et 15°, provoquait la congélation lente de la benzine et maintenait la croix dans un liquide dont la température était sensiblement constante; les variations extrêmes observées avec un thermomètre divisé en demi-centièmes ont été 5°,67 et 5°,71.

» Les dissolutions soumises à l'expérience étaient placées dans de petits tubes plats effilés et ouverts à leur partie inférieure. Pour éviter toute erreur de surfusion, ces liquides étaient congelés par la partie supérieure avant leur introduction dans la croix; dans ces conditions, la fusion et la chute partielle des cristaux produisaient l'agitation du liquide. Lorsque les cristaux avaient à peu près disparu, je faisais naître par pression une légère cristallisation en face des regards placés sur la branche horizontale de la croix; puis, pendant plusieurs heures, j'observais les pressions qui faisaient croître ou disparaître ces cristaux.

» J'ai pu établir ainsi le Tableau suivant, en opérant sur des dissolutions renfermant environ $2^{gr},5$ de matière pour 100^{gr} de benzine.

	Poids moléculaire.	Abaissement du point de fusion de la benzine.	Pression compensatrice.
		°	mm
Acide benzoïque	122	0,53	98
Acide acétique	60	1,16	232
Naphtaline	128	1,06	219
Para-dichlorobenzine	137	0,92	180
Para-dichlorobenzine (à 5 pour 100)	»	1,85	410
Méta-binitrobenzine (à 3 pour 100)	168	0,98	225

» 5^{mm} de pression correspondent sensiblement à une atmosphère.

» Le Tableau précédent montre nettement que la pression compensatrice n'est pas en rapport avec le poids moléculaire, puisque la naphtaline a un poids moléculaire double de celui de l'acide acétique et que les dissolutions au même taux de l'un et de l'autre corps nécessitent des pressions compensatrices presque identiques. D'autre part, si nous considérons trois dissolutions pour lesquelles l'abaissement du point de fusion est voisin de 1°, nous trouvons que la pression qui compense un abaissement de 1° est sensiblement la même : pour la chlorobenzine $\frac{180}{0,92} = 194$; pour la naphtaline $\frac{219}{1,06} = 206$; pour l'acide acétique $\frac{232}{1,16} = 200$.

» Si l'on calcule le même rapport pour des abaissements qui s'éloignent de 1°, pour la chlorobenzine à 5 pour 100 par exemple, on trouve $\frac{410}{1,85} = 221$. Ce nombre diffère notablement des précédents, mais cela peut tenir à ce que la relation qui exprime la pression en fonction de l'abaissement n'est pas du premier degré.

» Quoi qu'il en soit, pour la dichlorobenzine, la naphtaline et l'acide acétique, on remarque qu'une même pression compense un même abaissement du point de congélation. L'exemple de la binitrobenzine jette un doute sur la généralité de cette remarque; il est vrai que l'élévation subite de la température ambiante m'a placé dans des conditions défavorables pour étudier les dissolutions de ce corps. En résumé, l'abaissement de température de congélation des dissolutions, plutôt que le poids moléculaire du corps dissous, est lié à la pression compensatrice. Cependant il n'est pas certain que la mesure des pressions puisse, dans tous les cas, être substituée à la mesure des abaissements de température, même quand les pressions sont relatives à un abaissement déterminé, le même pour toutes les dissolutions.

» L'élévation trop grande de la température ambiante m'a obligé à interrompre ces expériences dont le succès est dû aux conseils de M. Amagat et à la bienveillance avec laquelle il m'a initié au maniement de son appareil. »

THERMODYNAMIQUE. — *Cycles isothermes fermés réversibles et équilibrés par la pesanteur*. Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soient deux tubes cylindriques égaux, A et B, très longs, de section = 1, disposés verticalement, reliés l'un à l'autre à chaque extrémité par un tube horizontal, dont l'un inférieur est muni d'un robinet. Le système de ces tubes est placé dans un milieu infini à température invariable $T < T_0$, point triple de l'eau.

» Le robinet étant fermé, je suppose qu'il y ait, dans le tube A, de l'eau en surfusion ; dans l'autre, B, de l'eau surmontée de glace, le reste des deux tubes contenant seulement de la vapeur d'eau. Je suppose que la glace, dans le tube B, puisse faire l'office de piston.

» Il s'établira en haut, entre le contenu des deux tubes, un équilibre de distillation : le poids de la colonne de vapeur comprise entre le niveau supérieur de la glace dans le tube B et le niveau de l'eau dans le tube A

sera égal à la différence des tensions de vapeur F et f de l'eau et de la glace à la température T. Dans le tube B, il y aura équilibre de fusion entre l'eau et la glace, le poids du piston de glace $+f$ représentant la pression sous laquelle la glace fond à la température T.

» Cela posé, je dis que, si l'on ouvre le robinet, il n'y aura aucun mouvement dans le contenu des deux tubes ou, en d'autres termes, qu'il y a aussi équilibre hydrostatique.

» En effet, s'il en était autrement, en ouvrant le robinet pendant un instant très court, une quantité d'eau de passerait, par exemple, de B vers A : les niveaux baisseraient dans le tube B ; dans le tube A, le niveau de l'eau s'élèverait, et il y aurait là évaporation d'eau, qui se condenserait en glace sur le piston dans le tube B, tandis qu'en même temps une égale quantité de glace fondrait à la partie inférieure du piston. Et cela se continuerait jusqu'au retour à l'état initial.

» L'énergie du système n'ayant pas varié, comme il n'y a pas eu de travail extérieur effectué, il faut que la chaleur empruntée à l'extérieur pour certaines modifications produites dans les deux tubes soit égale à celle restituée dans les autres modifications : il faut que toutes ces modifications soient réversibles, c'est-à-dire produites par des différences infiniment petites de pression; en particulier, la modification initiale, autrement dit les pressions de chaque côté du robinet sont égales et quand il est ouvert il y a équilibre hydrostatique.

» h étant la hauteur du piston de glace, u son volume spécifique moyen, H la différence des deux niveaux supérieurs de l'eau et de la glace, u' le volume spécifique moyen de l'eau dans le tube A jusqu'au niveau inférieur de la glace, on a

$$h\frac{1}{u} = (h - \mathrm{H})\frac{1}{u'} + \mathrm{F} - f;$$

comme $\mathrm{P} = h\frac{1}{u} + f$, on peut tirer de cette formule, en négligeant des termes petits en F et f,

$$\mathrm{P}(u - u') = \mathrm{RT}\,\mathrm{Log}_n\frac{\mathrm{F}}{f}.$$

» *Remarque.* — Les modifications qu'on a supposé se produire dans les deux tubes après avoir ouvert le robinet, reviennent à celles qui se produiraient par le passage d'une petite masse d'eau de à travers tout le contenu des tubes, partant du robinet pour y aboutir finalement.

» Dans ce passage, cette petite masse d'eau de prendrait en chaque

point l'état et la pression de l'eau qui s'y trouve; elle parcourrait donc un cycle isotherme fermé et réversible, puisqu'elle passerait par une suite d'états d'équilibre infiniment voisins.

» Pour que ce cycle soit entièrement réversible, il faut que les pressions de chaque côté du robinet soient égales; autrement dit, il y a équilibre hydrostatique.

» Cet équilibre est donc la représentation d'un cycle isotherme fermé et réversible.

» Tout équilibre analogue représente un cycle isotherme, mais l'inverse n'a pas lieu nécessairement :

» Ainsi, pour les autres corps que l'eau, au-dessus de leur point triple, on peut imaginer un cycle, mais on ne peut supposer l'équilibre correspondant, car il n'est pas possible de supposer le corps liquide sous le corps solide et en équilibre de fusion avec lui.

» Pour les solutions aqueuses seulement, au-dessous de leur point de congélation théorique (leur point triple), on pourra réaliser un équilibre semblable à l'équilibre eau et glace et imaginer un cycle dont cet équilibre est la représentation. Pour la démonstration de la possibilité d'un tel équilibre, il faudra supposer le robinet dans le tube supérieur, admettre que l'équilibre de fusion et l'équilibre hydrostatique existent; on conclura que l'équilibre de distillation doit exister simultanément.

» Pour les solutions dans d'autres dissolvants que l'eau, un cycle réversible pourra être imaginé au-dessus de leur point de congélation, mais il n'y aura pas d'équilibre correspondant avec le dissolvant solide.

» Les équilibres osmotiques de toutes les solutions, soit avec le dissolvant liquide, soit avec sa vapeur, sont la représentation de cycles isothermes fermés réversibles.

» *Remarque sur la pression osmotique.* — Si l'on suppose, dans un tube horizontal, une solution aqueuse enfermée entre un piston mobile P et une paroi semi-perméable; si, de l'autre côté de cette paroi, se trouve de la vapeur d'eau comprimée par un piston P'; pour s'opposer à l'entrée de cette vapeur dans la solution, il faudra exercer sur P une pression variable. La différence des pressions exercées sur P et P' ou pression osmotique, dont la valeur est nulle quand la pression sur P' est égale à la tension de vapeur de la solution (à surface libre), peut atteindre une très grande valeur, alors que le volume de la solution a très peu diminué. Lorsque la vapeur sera condensée en eau, si l'on comprime cette eau, la pression osmotique croîtra encore.

» La pression osmotique ne dépend donc pas seulement de la concentration de la solution et de la température, mais encore de l'état et de la densité de l'eau au contact de la paroi semi-perméable. On ne saurait donc lui supposer une cause analogue à la force élastique des gaz, et l'on voit que la relation fondamentale de Van t'Hoff $\pi v = i\mathrm{RT}$, applicable seulement à quelques solutions, ne l'est que dans un cas très particulier du phénomène osmotique ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le projet d'expédition en ballon aux régions arctiques de M.* S.-A. Andrée. Note de M. **Gaston Tissandier.**

« Je crois devoir adresser à l'Académie une Note rectificative au sujet de certaines affirmations publiées dans la Communication faite sur un projet d'expédition en ballon aux régions arctiques. Son auteur M. S. Andrée dit que le ballon qu'il utilisera offrira une imperméabilité suffisante pour rester trente jours en l'air. Cela est bien difficilement réalisable avec les ballons construits jusqu'à notre époque. Pendant le jour, quand les ballons s'élèvent, leur gaz se dilate et remplit la partie inférieure que l'on a laissée un peu vide; dans les régions plus élevées, la dilatation du gaz continue, et augmente si le soleil est ardent; le gaz du ballon arrive à sortir abondamment en s'échappant par l'orifice béant de l'appendice inférieur. Quand vient le refroidissement de la nuit; le gaz se condense, le ballon se dégonfle en partie, et il faut que l'aéronaute ait une grande quantité de lest pour se maintenir en l'air. Par ces successions de températures, qui varient considérablement du jour à la nuit, les pertes de gaz d'un aérostat deviennent considérables en vingt-quatre heures, et voilà pourquoi cette durée de temps (24^{h}) n'a jamais été dépassée dans les voyages aériens.

» M. S.-A. Andrée parle dans sa Note du grand et remarquable ballon de M. Henri Giffard, construit avec un art tout nouveau; ce ballon a fonctionné environ trois mois dans la cour du Carrousel en 1878. M. Andrée commet une erreur, en disant :

» Le ballon de M. Giffard offrait une imperméabilité telle qu'il n'eut » besoin d'un remplissage complémentaire que dans la seconde année de » son service. »

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

» Le ballon Giffard, comme tous les ballons, perdait du gaz par suite de la dilatation diurne et de la condensation nocturne. On le voyait souvent le matin dégonflé à sa partie inférieure, et il y avait, dans l'enceinte de l'aérostat captif, un appareil à gaz hydrogène qui fonctionnait presque tous les jours, pour compenser les pertes de gaz. Il en est de même pour tous les ballons captifs.

» Les ballons libres ne sauraient non plus rester longtemps en l'air sans renouveler leur provision de gaz; il faudrait que la perte de gaz devienne nulle. Cela n'est peut-être pas impossible à réaliser, mais aucun aérostat, jusqu'ici, n'en a donné une démonstration complète. Avant de tenter des voyages aériens qui nécessitent, pour réussir, un séjour dans l'air de tout un mois, il faudrait en construire un qui puisse d'abord rester dans l'air quelques journées consécutives; cela ne s'est jamais vu par les causes que nous avons indiquées. Espérons que le problème sera résolu, mais il faudra des constructions nouvelles de l'aérostat. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sulfate, nitrate et acétate mercureux.* Note de M. RAOUL VARET.

« On ne connaît pas les chaleurs de formation des sels mercureux oxygénés; aussi ai-je institué quelques expériences en vue de déterminer les données thermochimiques relatives aux principaux de ces composés : les sulfate, nitrate et acétate. Ce sont les résultats que j'ai obtenus qui font l'objet de la présente Note.

» I. AZOTATE MERCUREUX. — *Préparation.* — J'ai obtenu le sel qui a servi à mes déterminations en faisant digérer, pendant quelques jours, du mercure en excès avec de l'acide azotique pur, étendu de $\frac{1}{2}$ volume d'eau. Ce procédé m'a fourni de magnifiques cristaux prismatiques, courts, transparents. Essorés entre des doubles de papier, ils répondent à la formule

$$Hg^2(AzO^3)^2, 2H^2O.$$

» *Données thermochimiques.* — A. J'ai mesuré la chaleur de dissolution de ce sel dans l'acide azotique étendu; j'ai trouvé que

$Hg^2(AzO^3)^2 2H^2O$ sol. + AzO^3H étendu, absorbe vers 12°.............. $-12^{Cal},4$

» B. Pour déterminer la chaleur de formation de l'azotate mercureux, j'ai utilisé deux méthodes qui se contrôlent mutuellement.

» 1° On fait agir sur le sel de mercure, soit solide, soit dissous dans l'acide azotique étendu, un excès d'iodure de potassium dissous. Il se produit d'abord, entre les sels en présence, une double décomposition

complète, qui engendre de l'azotate de potasse dissous et de l'iodure mercureux précipité. Ce dernier sel est décomposé par l'excès d'iodure alcalin en mercure métallique précipité et iodure mercurique qui se dissout. On mesure ensuite l'effet thermique dû aux actions réciproques qui s'exercent dans la liqueur finale, entre les iodures de potassium, de mercure et l'azotate de potasse.

» J'ai ainsi trouvé vers 12° :

(1)
$Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol. + 12,5 KI ($1^{mol} = 2^{lit}$)
= Hg liq. + HgI^2 diss. + 2 K AzO^3 diss.
+ 10,5 KI diss. + 2 H^2O liq., dégage .... $+33^{Cal},5$
HgI^2 diss. + 10,5 KI diss. + 2 K AzO^3 diss., dégage .... $+0^{Cal},8$

» Sachant que dans les mêmes conditions la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) de 2KI dissous dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 diss. $30^{Cal},8$ et que celle de 2K AzO^3 diss. dégage $+221^{Cal},4$, on en conclut

Hg^2 liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + 2 H^2O liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage $+69^{Cal},5$

(2)
$Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 12,5 KI diss.
= Hg liq. + HgI^2 diss. + 2 K AzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI diss.,
dégage .... $+46^{Cal},4$
HgI^2 diss. + 2 K AzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI diss., dégage .... $+1,0$
$Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol. + AzO^3H étendu
= $Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + 2 H^2O liq. + AzO^3H diss., absorbe .... $-12,4$

La dilution est ici différente de celle réalisée dans l'expérience précédente. La formation de 2KI dissous dégage dans le cas présent $149^{Cal},8$. Les autres données auxiliaires sont les mêmes. On en déduit :

Hg liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + 2 H^2O liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage. $+69^{Cal},4$

» 2° Dans l'autre méthode dont je me suis servi pour déterminer la chaleur de formation du nitrate mercureux, j'ai utilisé la solution d'iodure alcalin qui m'avait servi dans les expériences précédentes, mais additionnée d'iode, cette fois. Dans ce cas, tout le mercure est transformé en iodure mercurique :

(3)
$Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 12,5 KI diss. + 5 I diss.
= 2 HgI^2 diss. + 2 K AzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI diss.
+ 3 I diss., dégage .... $+77^{Cal},7$
2 HgI^2 diss. + 2 K AzO^3 diss. + AzO^3H diss. + 10,5 KI dis. + 3 I diss.,
dégage .... $+1,2$
$Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol. + AzO^3H étendu
= $Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + 2 H^2O liq. + AzO^3H diss., absorbe .... $-12,4$

En utilisant les mêmes données auxiliaires que précédemment, et tenant

compte de la chaleur de dissolution de I^2, soit $-0^{Cal},2$, on en conclut :

Hg liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage. $+69^{Cal},3$

J'adopterai comme moyenne générale pour la formation du nitrate mercureux solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

Hg liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage. $+69^{Cal},4$

» II. Sulfate mercureux. — *Préparation.* — J'ai obtenu le sel qui a servi à mes expériences calorimétriques en précipitant de l'azotate mercureux par du sulfate de soude, lavant le précipité avec de l'eau froide, le séchant d'abord sur des plaques de porcelaine dégourdie, puis à l'étuve. On obtient ainsi une poudre blanche amorphe répondant à la formule

$$Hg^2SO^4.$$

» *Données thermochimiques.* — Pour mesurer la chaleur de formation de ce corps, j'ai utilisé les mêmes méthodes que pour le nitrate :

(1) Hg^2SO^4 sol. + 12,5 KI diss.
= Hg liq. + HgI^2 diss. + K^2SO^4 diss. + 10,5 KI diss., dégage... $+44^{Cal},1$
HgI^2 diss. + K^2SO^4 diss. + 10,5 KI diss........................ $+0^{Cal},25$

Sachant que, dans les mêmes conditions, la formation de 2KI dissous dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 dissous $30^{Cal},8$ et celle de K^2SO^4 + $338^{Cal},0$, on en conclut :

Hg^2 liq. + S sol. + O^4 gaz = Hg^2SO^4 sol., dégage..................... $+174^{Cal},95$

(2) Hg^2SO^4 sol. + 12,5 KI diss. + 5 I diss.
= 2 HgI^2 diss. + 3 I diss. + 10,5 KI diss. + K^2SO^4 diss.......... $+75^{Cal},0$
2 HgI^2 diss. + 3 I diss. + 10,5 KI diss. + K^2SO^4 diss.......... $+0^{Cal},35$

» En se servant des mêmes données auxiliaires que dans l'expérience précédente, on tire de là

Hg^2 liq. + O^4 gaz + S sol. = Hg^2SO^4 sol., dégage..................... $+175^{Cal},15$

» J'adopterai pour la formation de Hg^2SO^4 solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

Hg^2 liq. + O^4 gaz + S sol. = Hg^2SO^4 sol., dégage..................... $+175^{Cal},0$

» III. Acétate mercureux. — *Préparation.* — J'ai utilisé pour l'obtention de ce corps la même méthode qui m'avait servi à préparer le sulfate mercureux. J'ai ainsi obtenu de belles lamelles nacrées ayant pour formule

$$Hg^2(C^2H^3O^2)^2.$$

» *Données thermochimiques.* — J'ai suivi, pour son étude thermique, la

même marche que pour le sulfate et l'azotate de protoxyde de mercure :

(1) $\left\{ \begin{array}{l} Hg^2(C^2H^3O^2) \text{ sol.} + 12,5 \text{ KI diss.} \\ = Hg \text{ liq.} + HgI^2 \text{ diss.} + 2KC^2H^3O^2 \text{ diss.} + 10,5 \text{ KI diss.} \ldots\ldots\ldots \quad +36^{C},6 \\ HgI^2 \text{ diss.} + 2KC^2H^3O^2 \text{ diss.} + 10,5 \text{ KI diss.} \ldots\ldots\ldots \quad + 0^{Cal},1 \end{array} \right.$

» La formation de $2KC^2H^3O^2$ dissous dans les mêmes conditions dégage $+357^{Cal},8$; celle de $HgI^2 + 30^{Cal},8$ et celle de $2KI + 150^{Cal},0$; on en déduit

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol., dégage $+202^{Cal},1$

(2) $\left\{ \begin{array}{l} Hg^2(C^2H^3O^2)^2 \text{ sol.} + 12,5 \text{ KI diss.} + 5I \text{ diss.} \\ = 2HgI^2 \text{ diss.} + 10,5 \text{ KI diss.} + 3I \text{ diss.} + 2K(C^2H^2O^2) \text{ diss.} \ldots \quad + 67^{Cal},7 \\ 2HgI^2 \text{ diss.} + 10,5 \text{ KI diss.} + 3I \text{ diss.} + 2K(C^2H^3O^2) \text{ diss.} \ldots \quad + 0^{Cal},2 \end{array} \right.$

» Les chaleurs de formation des divers sels qui interviennent dans cette réaction étant connues, on tire de là

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol., dégage $+202^{Cal},1$

» J'adopterai

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol., dégage $+202^{Cal},1$

» En résumé, on a pour la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) des sulfate, nitrate et acétate mercureux, les valeurs suivantes :

	Cal
S sol. + O^4 gaz + Hg^2 liq. = Hg^2SO^4 sol.	$+175,0$
Az^2 gaz + O^6 gaz + Hg^2 liq. + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2, 2H^2O$ sol.	$+69,4$
$2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz + Hg^2 liq. = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol.	$+202,1$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la présence de la chitine dans la membrane cellulaire des Champignons.* Note de M. **Eugène Gilson**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note communiquée à la Société chimique de Paris, séance du 9 novembre 1894, nous avons fait connaître que la substance squelettique de la membrane cellulaire des Champignons, traitée par l'acide chlorhydrique concentré et par la potasse caustique à 180°, fournissait les mêmes produits de transformation que la chitine, qu'elle était donc très probablement identique à celle-ci.

» Pour lever le doute qui pouvait encore subsister, il fallait préparer de la chitine pure avec le tissu des champignons.

» C'est ce que nous sommes parvenu à réaliser. Nous avons choisi comme principal objet d'étude l'*Agaricus campestris*.

» Nous nous bornerons à exposer brièvement ici la façon dont nous avons opéré, nous réservant de l'exposer en détail plus tard.

» Les champignons, débités en morceaux, sont traités successivement par la soude caustique diluée, par l'acide sulfurique dilué à l'ébullition, par l'alcool et enfin par l'éther. Le résidu de ces différents traitements est un produit blanc, qui, par dessiccation, devient dur, compact et prend une structure et un aspect cornés. Il possède toutes les propriétés de la chitine; il est insoluble dans tous les dissolvants, sauf dans les acides concentrés. Traité par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, il fournit d'abondants cristaux de chlorhydrate de glycosamine. Chauffé à 180°, avec de la potasse caustique, il donne de la mycosine.

» Les analyses élémentaires de ce corps, séché à 100°, nous ont fourni les résultats suivants :

	I.	II.	Moyenne.
C.........	46,22	46,01	46,11
H.........	7,05	6,92	6,98
Az........	6,24	6,10	6,17

» Nous ne connaissons pas d'une façon positive la formule de la chitine, mais nous possédons des analyses de différents auteurs. Nous donnons ci-dessous la moyenne des résultats obtenus par chacun d'eux :

	C.	H.	Az.
Children et Daniell....	46,08	5,96	10,29
Schmidt.............	46,66	6,60	6,53
Stadeler.............	46,32	6,40	6,14
Lehman.............	46,73	6,49	6,59
Ledderhose..........	45,69	6,42	7,00

» Ces résultats concordent suffisamment avec ceux des analyses du produit que nous avons obtenu avec les Champignons.

» Nous avons également pu préparer de la chitine avec les Champignons suivants : *Amanita muscaria, Cantharellus cebarius, Hypholoma fasciculare, Polyporus officinalis, Polyporus fumosus, Russula, Boletus, Tricholona, Bovista, Claviceps purpurea.*

» Il nous a paru superflu de faire l'analyse élémentaire de ces diverses préparations, celles-ci ayant été obtenues de la même façon, et présentant exactement les mêmes caractères que la chitine extraite de l'*Agaricus campestris;* en effet, nous avons pu préparer, avec chacune d'elles, du chlorhydrate de glycosamine et de la mycosine.

» La membrane cellulaire des Champignons, ou tout au moins d'un grand nombre de Champignons, contient donc de la chitine.

» Ce fait nous paraît digne d'intérêt. Jusqu'ici on n'avait trouvé la chitine que dans le règne animal; sa présence dans la membrane cellulaire des Champignons constitue un nouveau point de rapprochement entre ces êtres et les animaux.

» Nous avons eu l'occasion de démontrer ailleurs ([1]) que la membrane cellulaire de tous les phanérogames et d'un grand nombre de cryptogames contient toujours un même corps, très résistant aux agents chimiques, et qui constitue ce qu'on pourrait appeler le squelette de la membrane : la *cellulose*.

» Dans tous les Champignons que nous avons analysés, la cellulose fait défaut, mais elle y est remplacée par la chitine qui est également très résistante aux agents chimiques et qui joue, dans la membrane, le rôle de substance squelettique, comme la cellulose.

» Enfin, de même que, dans les phanérogames, la cellulose ne constitue qu'une partie de la membrane cellulaire, de même dans les Champignons la chitine ne constitue qu'une portion plus ou moins considérable de la paroi des cellules. En effet, dans toutes les espèces de Champignons que nous avons analysées, nous avons constamment trouvé à côté de la chitine des hydrates de carbone, plus ou moins facilement solubles dans les acides dilués à l'ébullition, analogues ou identiques à ceux que l'on rencontre toujours dans les phanérogames. »

ZOOLOGIE. — *Étude comparée des appareils odorifiques dans les différents groupes d'Hémiptères hétéroptères*. Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les appareils odorifiques des Hémiptères hétéroptères adultes pourraient fournir des caractères de famille, de genre et même d'espèce. Léon Dufour (1833) nous a fait entrevoir que la glande métathoracique sternale affectait, dans différents groupes, des formes spéciales et des colorations pigmentaires variées; les recherches que j'ai faites sur un grand nombre d'espèces, appartenant aux familles les plus diverses, m'ont convaincu que la glande elle-même, aussi bien que les canaux déférents chitinisés et les ostioles qui sont situés dans les épisternums du métathorax, pouvaient largement contribuer à déterminer les affinités naturelles.

([1]) E. Gilson, *La cristallisation de la cellulose et la composition chimique de la membrane cellulaire végétale* (*La Cellule*, t. IX, 2e fascicule).

» Uhler aux États-Unis [1], Signoret en France [2], dans leurs travaux monographiques sur les Hémiptères hétéroptères du groupe des Cydnides, ont tiré, de la forme des canaux déférents et de celle des ostioles, d'excellents caractères génériques et même spécifiques; il est regrettable qu'ils n'aient pas trouvé d'imitateurs.

» L'étude comparée des appareils odorifiques que nous avons découvert (1866) à la région tergale de l'abdomen des larves et des nymphes des Hémiptères hétéroptères nous a démontré qu'ils offraient encore des ressources plus importantes pour reconnaître les rapports ou les dissemblances des différents groupes; l'examen d'une foule d'espèces de Scutellérides, de Pentatomides, de Cydnides, de Coréides, de Lygæides, de Capsides, de Naucorides, de Corixydes, nous a convaincu que non seulement le nombre et la forme des scutelles qui recouvrent les glandes, mais encore le nombre et la position de ces glandes abdominales mettaient à la disposition des naturalistes une série de caractères susceptibles de modifier les classifications adoptées.

» Je ferai remarquer tout d'abord que les Cimicides, buveurs de sang, comme les Pentatomides, les Coréides, les Lygæides, suceurs de sève, sont pourvus de deux systèmes d'organe de sécrétion, système tergo-abdominal chez les larves et les nymphes, système métathoracique sternal chez les adultes. Les Réduvides, les Népides et les Notonectides, insectes chasseurs par excellence, n'ont, par contre, aucun appareil glandulaire odorifique.

» Le nombre et la position sur tel ou tel tergite des glandes odorifiques abdominales des larves et des nymphes varient suivant les familles : les Capsides n'ont qu'une seule glande sur le troisième segment; les Pentatomides, les Scutellérides en ont deux sur les quatrième et cinquième segments; parmi les Lygæides, les Lygæines en ont deux sur les quatrième et cinquième segments; les Pyrrhocorines trois sur les troisième, quatrième et cinquième segments; les Cimicides et les Corixides ont trois glandes tergo-abdominales.

» Jusqu'ici les auteurs ont rangé les Corixides dans le grand groupe des Hydrocorises avec les Naucorides, les Népides et les Notonectides; si les

---

(1) P.-R. Uhler, *Summary of the Cydnidæ of North America* (*Bull. U. S. Geol. Surv.*, t. III, p. 366; 1877).

(2) V. Signoret, *Revision du groupe des Cydnides* (*Ann. Soc. Ent. de Fr.*, 6e série, t. I, p. 32).

habitudes aquatiques semblent leur donner un air de famille, sans insister sur l'ensemble des caractères qui permettent de les rapprocher à bon droit de telle ou telle forme terrestre, la présence de l'appareil glandulaire tergo-abdominal chez les jeunes Corises, suffit pour les éloigner des Népides et des Notonectides, et les rapproche des Cimicides; le grand groupe des Hydrocorises doit donc être dissocié.

» Les Cydnides ont toujours été associés aux Pentatomides; leurs larves et nymphes présentent cependant une particularité intéressante; s'ils ont, comme eux, des glandes actives recouvertes de deux larges scutelles sur les quatrième et cinquième tergites, le troisième tergite porte un petit scutelle pourvu de deux ostioles imperforées, le deuxième et le sixième tergite ont des rudiments de scutelles, et, fait à noter, le scutelle rudimentaire du deuxième tergite est partagé en deux, ce qui est une preuve de la dualité primitive des scutelles et des glandes. On voit, d'après cela, que les Cydnides ont des caractères qui les différencient nettement des Pentatomides.

» Nous pourrions multiplier les exemples de l'existence, dans différents groupes, de ces scutelles tergo-abdominaux indiquant l'existence primitive de glandes.

» Enfin, si l'on se rend compte que ces organes glandulaires peuvent appartenir indifféremment à tel ou tel zonite abdominal, chez les larves et les nymphes, qu'ils sont placés dans le zonite métathoracique chez l'adulte, on est amené à conclure que ces glandes sont les témoins d'une paire d'organes de sécrétion appartenant fondamentalement à chacun des zonites.

» On peut rapprocher ces faits de ceux du même ordre que l'on constate chez les Insectes coléoptères lumineux; en effet, chez les Élatérides (*Pyrophorus*), comme chez les Lampyrides (*Lampyris*), les organes phosphorescents peuvent être cantonnés sur tel ou tel segment du corps, ou répartis sur tous les segments. »

GÉOLOGIE. — *Sur la transgression jurassique dans le massif vendéen.* Note de M. Fred. Wallerant, présentée par M. Fouqué.

« Dans la partie orientale du massif vendéen, aux environs d'Argenton-le-Château, les sommets des plateaux les plus importants sont recouverts d'argiles sableuses, renfermant de nombreux silex roulés, et dont, à première vue, il est fort difficile de déterminer l'âge. Heureusement, ces îlots

sont échelonnés le long de la route d'Argenton à Thouars et sont ainsi en continuité avec le jurassique du détroit du Poitou. D'autre part, celles de ces argiles que l'on rencontre sur la route d'Argenton à Bressuire renferment des rognons calcaires plus ou moins rongés, montrant que l'on a affaire à un dépôt décalcifié. Ces calcaires siliceux renferment de nombreux petits galets de quartz et sont identiques aux grisons que l'on exploite à Vérines, près de Thouars. Comme ces grisons appartiennent au Charmoutien et peut-être aussi au Sinemurien, l'âge des argiles d'Argenton est par cela même déterminé.

» Si, d'autre part, on se rappelle que le jurassique du bassin de Chantonnay, qui débute également par des poudingues charmoutiens, n'a résisté aux érosions que grâce à son affaissement dans un fossé, et que primitivement il s'étendait bien au delà des limites actuelles, on voit qu'au moins, à l'époque charmoutienne, le massif vendéen fut, comme le plateau central, en grande partie recouvert par les eaux marines jurassiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du sang asphyxique et de quelques poisons sur la contractilité des vaisseaux lymphatiques.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« La question de savoir si le calibre des vaisseaux lymphatiques, comme celui des vaisseaux sanguins, peut être modifié par des substances toxiques, n'a pas encore, à notre connaissance du moins, été étudiée expérimentalement. Quelques physiologistes ont seulement jusqu'ici cherché à déterminer les variations de quantité de la lymphe qui s'écoule en un temps donné, sous l'influence de différentes substances, par une canule introduite dans un gros vaisseau lymphatique, en général dans le canal thoracique. Or, s'il est vrai que cet écoulement dépende surtout de la production même de la lymphe dans les tissus, il peut dépendre aussi, on le comprend, de la contraction ou du relâchement des parois des vaisseaux qui transportent cette lymphe. Il importait donc de déterminer, par des recherches méthodiques, l'influence de cette cause. Ce sont ces recherches que, seule, la méthode graphique, appliquée, comme nous l'avons indiqué dans une précédente Communication (*Comptes rendus,* 1er avril 1895, p. 747), à l'étude de la circulation lymphatique, pouvait permettre d'entreprendre.

» Les expériences dont nous allons exposer les résultats ont été faites sur le chien. Ces expériences se divisent en deux groupes bien distincts : les unes concernent l'action du sang asphyxique sur la citerne de Pecquet

et sur le canal thoracique; dans les autres, nous avons cherché à déterminer sur les mêmes conduits l'action de plusieurs poisons, et plus particulièrement de la pilocarpine et de l'atropine.

» L'action excitante bien connue du sang noir peut se constater sur les vaisseaux dont nous parlons, comme sur les vaisseaux sanguins; quelques instants après le début de l'asphyxie, en effet, le canal thoracique se contracte; si ce sont les mouvements de la citerne que l'on étudie, on voit se produire le même phénomène. Ainsi la réaction de ces deux parties du système lymphatique est de même sens; le résultat cependant, en ce qui concerne l'écoulement de la lymphe par le canal thoracique, est de sens inverse. Car la contraction du canal, amenant le resserrement de ses parois et créant, par suite, un obstacle au cours de la lymphe, diminue la quantité de liquide qui s'écoule; au contraire, la contraction de la citerne provoque l'issue hors de ce réservoir d'une plus ou moins grande quantité de lymphe. La résultante totale peut être une augmentation de l'écoulement par le canal thoracique, la contraction de ce dernier ne suffisant pas à arrêter le flux déterminé par celle de la citerne.

» Quoi qu'il en soit d'ailleurs, nos expériences nous ont montré que l'asphyxie agit sur les vaisseaux lymphatiques comme sur les vaisseaux sanguins, par l'intermédiaire de leurs nerfs.

» Le rôle de ces nerfs sur le canal thoracique peut être encore aisément révélé par l'action de la pilocarpine. Cette substance, en effet, provoque le resserrement des parois de ce canal, comme d'un conduit ou réservoir quelconque, à parois contractiles, estomac, vésicule biliaire, canal cholédoque, etc. Or, d'après ce que l'on sait actuellement du mode d'action de la pilocarpine, celle-ci exerce son influence sur les nerfs qui se rendent aux organes dont elle modifie le fonctionnement. Inversement, l'atropine amène le relâchement des parois du canal thoracique, par excitation des fibres nerveuses dilatatrices de ce conduit, dont nous avons fait antérieurement connaître l'existence [1], ou par paralysie des fibres constrictives. On voit donc se manifester encore sur les vaisseaux lymphatiques l'action antagoniste de ces deux substances, que l'on a si bien déterminée sur une foule d'organes, le cœur, l'estomac et les intestins, les glandes, etc.;

---

[1] Voir L. Camus et E. Gley, *Action du système nerveux sur les principaux canaux lymphatiques* (*Comptes rendus*, 1er avril 1895, p. 747), et *Recherches expérimentales sur l'innervation du canal thoracique* (*Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, 5e série, t. VII, p. 301, avril 1895).

nous avons constaté que, comme sur les autres organes, l'action de l'atropine est ici prédominante.

» Ces phénomènes dépendent réellement de l'action propre des deux alcaloïdes considérés sur le canal thoracique, et non des modifications qu'ils produisent, d'autre part, sur la pression intra-artérielle ou sur la pression veineuse ou sur les mouvements de l'œsophage ; nous avons réalisé de nombreuses expériences pour établir l'indépendance des mouvements du vaisseau lymphatique examiné par rapport à ces divers facteurs.

» Nous avons également étudié l'action du curare sur le canal thoracique; le curare relâche manifestement, quoiqu'à un moindre degré que l'atropine, les parois de ce conduit. Sur un animal curarisé, l'excitation du sympathique thoracique, au-dessous du premier ganglion, qui, d'habitude, amène la dilatation du canal (voir L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*), ne peut plus la produire, car l'effet de l'excitation est masqué par celui du curare, pleinement développé ([1]).

» Tous ces faits tendent à montrer que la circulation lymphatique, de même que la circulation du sang, peut présenter des variations survenant sous des influences toxiques qui provoquent des changements de calibre des vaisseaux. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le streptocoque scarlatineux.* Note de M. **Ad. d'Espine**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai retiré du sang d'un scarlatineux (scarlatine vraie chez un blessé) un streptocoque long, présentant des caractères particuliers, qui ont fait l'objet d'un Mémoire publié en 1892, en collaboration avec le Dr E. de Marignac ([2]).

» Depuis lors, j'ai examiné, au point de vue bactériologique, le sang et la gorge de scarlatineux que j'ai pu observer en choisissant des cas dépourvus de complication et aussi rapprochés que possible du début.

» Sur quatre cas de scarlatine rentrant dans ces conditions, un seul m'a donné un résultat positif pour la présence du streptocoque dans le

---

([1]) On trouvera le détail de tous ces faits, avec de nombreux tracés à l'appui, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Archives de Pharmacodynamie* (Gand et Paris; 1895).

([2]) *Arch. de Méd. expérimentale;* 1er juillet 1892.

sang. J'attribue ce fait à ce que, dans ce cas seulement, l'ensemencement a pu être pratiqué au début de l'éruption et pendant l'acmé de la fièvre. En effet, mon assistant, M. le Dr Maillart, environ douze heures après le début de l'éruption (temp. 39°,8) a rempli des pipettes Pasteur avec du sang (2^{cc}) obtenu par scarification de la peau scarlatineuse, après désinfection préalable. Ces pipettes, après avoir passé vingt-quatre heures à l'étuve à 35°, servirent à ensemencer une série de tubes de sérum Löffler et de bouillon. Je retirai le streptocoque d'un seul tube (sérum). Un tube de sérum, ensemencé en même temps avec l'exsudat amygdalien, me donna également des colonies de streptocoque, ayant les mêmes caractères que celui provenant du sang.

» Dans les trois autres cas, le sang n'a rien donné; l'ensemencement n'a pu être fait que le deuxième ou le troisième jour de l'éruption, la fièvre étant à son déclin. Par contre, j'ai retiré de l'amygdale scarlatineuse un streptocoque qui, deux fois, m'a présenté les caractères spéciaux que j'attribue au streptocoque scarlatineux, et une fois m'a paru être un streptocoque pyogène vulgaire.

» J'ai soumis les deux souches provenant du premier cas (sang et gorge) à une étude comparative avec d'autres streptocoques, provenant soit d'angines non scarlatineuses, soit d'un phlegmon, soit d'un cas de mammite contagieuse (souche envoyée par le professeur Nocard).

» Cette étude m'a permis de vérifier, pour mes deux souches, les caractères spéciaux que nous avions relevés, M. de Marignac et moi, dans notre étude du streptocoque scarlatineux de 1892. Je renvoie aux Planches de notre Mémoire.

» Le phénomène de la coagulation du lait a été rapide, avec formation de petit-lait entourant un caillot central compact pour les deux souches. Cette propriété, qui s'était conservée pendant plus d'un an pour notre souche de 1892, s'est perdue plus rapidement cette fois-ci : pour le streptocoque du sang après deux mois environ, pour le streptocoque de la gorge après deux mois et demi.

» J'ai vérifié de nouveau le fait que le streptocoque vulgaire ne coagule qu'exceptionnellement le lait et alors sous la forme d'un magma compact sans séparation de petit-lait.

» Les nombreuses mensurations pratiquées dans des conditions de culture et de technique identiques m'ont montré que les grains du streptocoque scarlatineux sont, en général, notablement plus petits que ceux du streptocoque vulgaire, surtout quand on compare des empreintes de colo-

nies isolées sur sérum faites vingt-quatre heures après l'ensemencement. La forme des grains a aussi une certaine valeur dans les empreintes ; arrondie dans le streptocoque scarlatineux, elle est habituellement lenticulaire dans le streptocoque vulgaire, et fusiforme (allongé longitudinalement) dans le streptocoque de la mammite contagieuse.

» D'après l'aspect dans les empreintes que j'ai prises, j'ai pu vérifier que le streptocoque de la mammite contagieuse décrit par M. Nocard (¹) est une espèce différente des deux autres. J'ai observé, comme M. Nocard, également qu'il coagule le lait très rapidement, mais je n'ai pas pu observer de séparation bien nette en petit-lait et caillot.

» D'autres caractères différentiels ont été indiqués entre le streptocoque scarlatineux et le streptocoque vulgaire (pyogène on érysipélateux). Mlle Sielen-Schumoff (²), élève du professeur Nençki, a indiqué la décomposition du salol dans le bouillon, comme spéciale au streptocoque de la scarlatine. Des recherches faites sur ce point avec le Dr Maillart nous ont prouvé que la même réaction est obtenue aussi par des streptocoques vulgaires.

» La forme spéciale du dépôt formé par le streptocoque scarlatineux dans le bouillon (grains difficiles à dissocier parce qu'ils sont formés de chaînes longues et enchevêtrées) a été donnée par Kurth (³) comme un caractère spécifique. Nous l'avons constaté également, soit M. de Marignac, soit moi, dans des bouillons ensemencés avec des streptocoques vulgaires.

» L'action pathogène (lapins, souris blanches) m'a donné les mêmes résultats que ceux que nous avons consignés dans notre Mémoire de 1892 et qui se résument ainsi : l'action pathogène varie autant que la virulence du streptocoque et ne fournit pas de bons caractères différenciels.

» Je conclus de ce qui précède que la présence d'un streptocoque spécial dans le sang, au début de l'éruption d'une scarlatine typique, dépourvue de toute complication, est une présomption en faveur de l'idée que ce microbe est la cause même de la scarlatine.

» Cette conception n'exclut pas pour moi la possibilité de complications plus tardives, soit locales, soit générales, dues à la pénétration, par l'amygdale en desquamation, de streptocoques pyogènes virulents, contenus dans la salive. »

(¹) *Ann. de l'Institut Pasteur,* t. I; 1867.
(²) *Arch. des Sc. Biol. russes*, t. I, p. 283; 1892.
(³) *Arb. aus dem Kais. Gesundheits Amt.*, Bd. VII, p. 389; 1891.

ÉCONOMIE RURALE. — *La fumure des Vignes et la qualité des vins.*
Note de M. A. Müntz, présentée par M. Dehérain.

« L'application des fumures à la vigne a, de tout temps, été regardée comme exerçant une influence défavorable sur la qualité des vins. J'ai été amené, dans le cours de mes études sur le vignoble français, à discuter cette assertion et à demander à des données numériques le contrôle d'une opinion généralement adoptée. Des chiffres, remplaçant des appréciations, modifient souvent l'interprétation des faits agricoles et si, la plupart du temps, la manière de voir du cultivateur s'appuie sur l'observation, souvent il croit à des relations, alors qu'il n'y a que des coïncidences.

» J'ai mesuré la fumure, exprimée en éléments fertilisants, dans les grandes exploitations des régions à vins fins et à vins communs, sans modifier en rien les pratiques usuelles et en me bornant à les exprimer en chiffres comparables. Malgré cette influence attribuée à la fumure, presque toutes les Vignes reçoivent des engrais, et souvent en grande quantité. Un coup d'œil d'ensemble permet de dire qu'on se règle, pour leur emploi, plutôt sur les conditions économiques de chaque région (abondance de matériaux fertilisants ou résultats rémunérateurs des exploitations) que sur les besoins réels de la végétation de la Vigne, et sans se rendre compte des quantités qu'on met en œuvre.

» Je passerai en revue les usages établis pour les apports d'engrais dans les centres viticoles les plus caractérisés.

» *Dans le Midi,* qui n'est pas un pays d'élève du bétail, ni de grande production fourragère, les fumiers sont rares et les viticulteurs s'adressent souvent à des engrais chimiques ou commerciaux. Mais le bas prix des vins (8 à 20fr l'hectolitre) oblige à restreindre les frais d'exploitation, qui ne dépassent pas ordinairement 500fr à 600fr. Aussi les vignobles du Midi sont-ils, en général, fumés avec parcimonie.

» Voici, pour quelques-uns, les quantités de principes fertilisants donnés, par hectare, dans la fumure annuelle :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
		kg	kg	kg
Guilhermain (Hérault), plaine.	donné dans la fumure...	74	47	57
	absorbé par la vigne....	74	17	56
Labrousse (Hérault), demi-montagne.	donné dans la fumure...	89	57	99
	absorbé par la vigne....	52	12	41
St-Laurent d'Aigouze (Gard), submersion.	donné dans la fumure...	91	17	26
	absorbé par la vigne....	58	18	57

» *Dans le Médoc,* les conditions économiques sont différentes; si les rendements

sont moindres, les prix des vins atteignent de 60^{fr} à 400^{fr} l'héctolitre et permettent de consacrer de 1000^{fr} à 2000^{fr} aux frais d'exploitation. D'ailleurs, cette région est privilégiée sous le rapport de l'abondance des matériaux fertilisants. Outre le fumier d'un bétail assez nombreux, elle trouve les végétaux et les terres humifères des landes, les riches dépôts formés par les alluvions de la Gironde, les gadoues de Bordeaux. Aussi les vignobles reçoivent-ils de fortes fumures, qui se traduisent, par hectare et par an, par les chiffres suivants :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Château-Latour (1er cru)	donné dans la fumure	112^{kg}	51^{kg}	165^{kg}
	absorbé par la vigne	40	13	54
Château-Brâne-Cantenac (2e cru)	donné dans la fumure	160	102	172
	absorbé par la vigne	42	13	54
Château d'Issan (3e cru)	donné dans la fumure	295	272	177
	absorbé par la vigne	46	17	65

» *En Bourgogne,* on fume les vignes moins abondamment, dans la crainte de diminuer la qualité des vins. Là, où d'ailleurs les terres sont assez riches, nous voyons, par exemple :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Chambertin	donné dans la fumure	56^{kg}	165^{kg}	55^{kg}
	absorbé par la vigne	31	9	34
Beaune	donné dans la fumure	47	23	54
	absorbé par la vigne	24	7,5	26

» *Quant à la Champagne,* qui n'a cependant pas des ressources locales assez limitées en matières fertilisantes (fumier de cheval et de mouton, terres pyriteuses), elle donne d'abondantes fumures; les prix des vins (300^{fr} à 600^{fr} l'hectolitre) sont assez élevés pour qu'on puisse consacrer jusqu'à 3000^{fr} aux frais d'exploitation annuels. Outre les apports énormes faits au moment de la plantation, les Vignes reçoivent, par an et par hectare :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
Cramant	donné dans la fumure	106^{kg}	87^{kg}	219^{kg}
	absorbé par la vigne	37	9	39
Hautvillers	donné dans la fumure	158	151	196
	absorbé par la vigne	49	12	55
Verzy	donné dans la fumure	110	50	120
	absorbé par la vigne	40	125	48

» On voit, par ce qui précède, que le Médoc et la Champagne, dont les vins ont une si grande finesse, emploient de très fortes fumures, dépassant celles qu'on donne aux cultures les plus intensives de céréales, de racines ou de fourrages.

» Ce n'est donc pas l'abondance des matières fertilisantes qui exerce une action déprimante sur la qualité des vins. Mais il convient d'ajouter

que, dans ces crus si renommés, dont les sols offrent peu de ressources par eux-mêmes, ce sont presque toujours des engrais naturels que l'on emploie, après les avoir le plus souvent transformés en terreau. Si l'on donnait des engrais chimiques, à action plus rapide, tels que le nitrate de soude, peut-être n'auraient-ils pas la même innocuité : c'est un point qui n'est pas résolu.

» En réalité, ces fortes fumures ont plutôt pour effet de donner de la vigueur à la Vigne que de pousser à une augmentation de récolte; le rendement est subordonné aux influences climatériques, beaucoup plus qu'à l'abondance des matières fertilisantes, et, quand il n'est pas artificiellement poussé, par le mode de taille, au delà d'une certaine limite, la qualité des vins ne se ressent pas de l'exagération des fumures.

» Mais, lorsqu'en même temps on taille à long bois, laissant ainsi beaucoup plus de bourgeons à fruits, ces influences réunies agissent sur la production, qu'on peut alors arriver à doubler, mais au détriment manifeste de la finesse des vins et de leur vinosité. En demandant à la Vigne de plus fortes récoltes, par l'effet combiné de la fumure et de la taille, on n'obtient donc que des vins inférieurs. Mais, quand la surproduction est due uniquement à des circonstances météorologiques favorables, il n'en est pas de même, et les années de grands rendements sont généralement aussi des années de bonne qualité, comme cela a eu lieu en 1893, où le Médoc et la Champagne ont récolté le double des années normales.

» Si l'on met en parallèle les Vignes du Midi, qui vivent dans un climat chaud et régulier, permettant d'obtenir des rendements peu variables, et celles du Médoc, de la Bourgogne et de la Champagne, dont l'action des intempéries modifie les rendements du simple au quadruple d'une année à l'autre, nous voyons que, dans les premières, la production est subordonnée à la quantité d'engrais, le climat étant un facteur constant, tandis que, dans les autres régions, elle est subordonnée aux influences climatériques, la fumure étant là le facteur constant, c'est-à-dire toujours suffisant pour la végétation et la fructification de la Vigne. »

M. Ph. Lafon adresse une Note ayant pour titre : « Des modifications du diabète par le traitement thermal de la Bourboule, source Choussy-Perrière. »

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mai 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Mai 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Avril 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Balistique des nouvelles poudres, par M. E. Vallier, Chef d'Escadron d'Artillerie, Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Sarrau.)

Bulletin de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes. 22e année. 1894. Nîmes; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1895. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Germain Pichault de la Martinière, premier Chirurgien de Louis XV et de Louis XVI (1697-1783), par le Dr Leo Desaivre. Blois, P. Girardot, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Formules et propositions pour l'emploi des fonctions elliptiques. D'après des leçons et des notes manuscrites de M. K. Weierstrass, rédigées et publiées par M. H.-A. Schwarz, traduit de l'allemand par M. *Henri Padé*. Première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; in-4°.

Notes zoologiques, par M. Galieu Mingaud. Nîmes, Vve Laporte, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

L'Anthropologie. 1895. Tome VI. N° 2. Mars-avril. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France, et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Mai 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 17. Séance du 30 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895. 23, 25 avril; 2 fasc. gr. in-8°.

Bibliotheca mathematica. Journal d'Histoire des Mathématiques, publié par M. Gustaf Eneström. Berlin-Stockholm-Paris; 15 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Jonquières.)

L'Ostréiculture. Aperçu sur l'état actuel de cette industrie, par M. Conning. Copenhague, A.-F. Höst et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution to July 1893. Washington, 1894; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 avril 1895.)

Note de M. le général *de Tillo*, Variation séculaire et éphémérides du magnétisme terrestre :

Page 810, ligne 12, latitude 50° nord, *au lieu de* 1500, *lisez* 1550.
Page 810, ligne 26, inclinaison 40° nord (1850), *au lieu de* 53°,4, *lisez* 59°,4.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur un cœlostat, ou appareil à miroir, donnant une image du Ciel immobile par rapport à la Terre.* Note de M. G. **Lippmann**.

« 1. On sait que le sidérostat de Foucault est destiné à immobiliser par réflexion l'image d'une étoile, dans une direction arbitrairement choisie. Vue dans le miroir du sidérostat, l'image du firmament n'est pas immobile; les autres étoiles paraissent tourner autour de celle qui est visée.

» Peut-on construire un appareil qui donne une image immobile du Ciel tout entier, qui soit non un sidérostat mais un cœlostat? Ce problème a une solution et une seule qui est la suivante.

» Un miroir plan est monté sur un axe, qui repose sur des coussinets fixes. Le miroir et son axe sont parallèles à la ligne des pôles. Un moteur fait tourner leur système avec une vitesse uniforme d'un tour en *quarante-huit* heures sidérales, dans le sens du mouvement des étoiles.

» Il faut démontrer que l'image E′ d'une étoile quelconque E est immobile. Soit O un point du miroir, EO un rayon incident, OE′ le prolongement du rayon réfléchi. Il résulte des lois élémentaires de la réflexion que le plan M du miroir est un plan de symétrie pour les droites OE, OE′. Ce plan, par hypothèse, demeure parallèle à la ligne des pôles; il contient donc une parallèle OP à la ligne des pôles. Cette droite OP est donc également inclinée sur les directions OE, OE′; car le plan de symétrie M est le lieu des droites également inclinées sur OE et OE′. En d'autres termes, les angles EOP, E′OP sont égaux. L'angle EOP est la distance polaire d'une étoile, et par conséquent indépendant du temps; il en est donc de même de E′OP. D'autre part, le plan EOP tourne autour de OP avec une vitesse α (qui est celle du mouvement diurne); on communique au plan M une vitesse β autour de OP; le plan E′OP tourne donc avec une vitesse $2\beta - \alpha$ autour de OP. Par hypothèse, $\beta = \frac{1}{2}\alpha$ (un tour en quarante-huit heures). Donc la vitesse $2\beta - \alpha$ est nulle. Le plan E′OP est donc immobile. En résumé la droite OE′, contenue dans le plan immobile E′OP, fait avec la direction invariable OP un angle E′OP indépendant du temps. Cette droite est donc immobile. L'image E′ d'une étoile quelconque E est donc immobile; ce qu'il fallait démontrer.

» On peut ajouter que la solution du problème est unique : les conditions indiquées plus haut sont nécessaires. En effet, le pôle P est immobile pendant la rotation diurne; il faut d'ailleurs que son image P′ soit également immobile comme tous les autres points de l'image du ciel. Pour que l'image d'un point fixe dans un miroir mobile soit immobile, il faut que ce point soit sur le miroir. On peut dire, en d'autres termes (car il s'agit de points P et P′ situés à l'infini), que, pour que l'image OP′ d'une direction fixe OP soit fixe, il faut que le miroir mobile demeure parallèle à OP (1).

---

(1) Le théorème qui précède permet de prévoir une propriété du sidérostat, propriété assez cachée en raison de la complication que présente la théorie générale de l'instrument. Le système articulé du sidérostat contient deux droites qui sont respectivement parallèles à un rayon incident et au rayon réfléchi correspondant : à savoir la tige *t* qui relie l'axe du rouage à la queue du miroir, et la droite *d* qui joint l'origine de la tige *t* au point d'articulation du miroir. Inclinons la tige *t* de façon que les droites *t* et *d* fassent des angles égaux avec l'axe du moteur. Que va-t-il arriver? En vertu du théorème précédent, on voit facilement que le miroir devient et reste parallèle à l'axe du moteur; que, de plus, il tourne autour de l'axe de rotation avec une vitesse uniforme d'un tour en quarante-huit heures. En un mot, le sidérostat dans ce cas particulier est contraint à fonctionner comme cœlostat; il immobilise l'image du

» 2. L'image du ciel vue dans le miroir étant immobile, elle paraît immobile également dans le plan focal d'une lunette ordinaire ou photographique installée sur un support fixe et braquée sur le miroir. L'appareil fait alors fonction d'équatorial.

» Quelle direction peut-on donner à la lunette d'observation? On n'est pas maître, comme avec le sidérostat, de diriger la lunette suivant une horizontale quelconque, car la distance polaire d'une image d'étoile demeure égale à celle de l'étoile. Mais on peut disposer de l'azimut (1), en disposant de la position initiale du miroir, qui est arbitraire. Si le groupe d'étoiles observées se lève et se couche, et que l'on tienne à observer horizontalement, on dirigera la lunette vers le point de l'horizon où le groupe se lève ou se couche. Dans le cas d'observation au zénith, la lunette sera orientée horizontalement vers le nord.

» 3. L'appareil est plus commode à employer que l'équatorial droit. Car il dispense l'observateur de se déplacer.

» Son principal avantage est qu'on en peut faire un instrument de précision, en raison de sa simplicité. On peut faire porter les coussinets par un pilier de maçonnerie, prendre l'axe assez solide pour qu'il ne fléchisse pas sous le faible poids du miroir. On peut donc avoir une grande stabilité, peut-être sans flexion appréciable.

Ciel tout entier. Il est d'ailleurs facile de suivre le fonctionnement du système articulé et de s'assurer ainsi que le théorème est vérifié. La démonstration est facile à faire, quelle que soit l'inclinaison commune des tiges t et d sur l'axe; elle est particulièrement simple si cette inclinaison est de 90°. On voit alors que les droites t et d sont deux rayons d'une circonférence dont le plan est perpendiculaire à l'axe. La normale au miroir est donc perpendiculaire à l'axe, comme corde de ladite circonférence; le miroir est donc parallèle à l'axe. Le rayon a demeurant fixe, le rayon t décrit cette circonférence avec une vitesse d'un tour en vingt-quatre heures; la corde de l'arc décrit tourne avec une vitesse moitié moindre; il en est donc de même du miroir auquel cette corde est normale.

Il va sans dire que le sidérostat se prête mal à ces conditions pour lesquelles il n'a pas été construit. La proposition est d'ailleurs générale, et s'étend à tous les héliostats ou sidérostats : *Tous* ces instruments fonctionnent de la même manière, avec leur miroir parallèle à l'axe du monde et faisant un tour en quarante-huit heures, à condition qu'on ait amené une étoile et son image à avoir même distance polaire, tous ces instruments sont donc à la rigueur des cœlostats. Il n'y a d'exception que pour le sidérostat polaire, qui ne comporte pas le réglage nécessaire.

(1) Sauf, pratiquement, à éviter de viser le miroir sous une incidence trop rasante. Pour la même raison, l'appareil se prête mal à observer le voisinage du pôle. Dans ce cas, il est préférable d'employer une lunette équatoriale.

» Si la flexion était appréciable, il faudrait la mesurer expérimentalement au cours des réglages.

» La *cylindricité des tourillons* doit être réalisée par construction : on peut la vérifier à l'aide de l'appareil imaginé par M. Hamy et fondé sur l'emploi des franges de Fizeau.

» La *collimation*, c'est-à-dire le parallélisme du miroir avec l'axe, se vérifie par autocollimation et retournement.

» Le miroir est placé entre deux collimateurs dont les axes coïncident; on amène par retournement l'axe du miroir à coïncider successivement avec l'un et l'autre de ces axes; le défaut de coïncidence se corrige à l'aide d'une vis de réglage qui amène le miroir au parallélisme.

» Ce réglage s'effectue comme pour une lunette méridienne, sauf que la normale au miroir et l'autocollimation se substituent à l'axe de la lunette et à la visée directe.

» La *flexion* semble, *a priori*, pouvoir être rendue négligeable. Il faut néanmoins pouvoir s'assurer que la flexion est nulle, et mesurer cette quantité si elle est appréciable. Si la flexion est nulle, l'erreur de collimation, qu'on peut toujours rendre nulle pour une orientation déterminée de la normale au miroir, demeure nulle pour toutes les autres orientations; on s'en assure par autocollimation et retournement. S'il y avait écart, cet écart mesurerait le double de la flexion, c'est-à-dire de la déviation de la normale à partir de la position où l'écart a été annulé.

» Les réglages précédents étant achevés, il reste à amener les coussinets fixes dans une position telle que l'axe qu'ils soutiennent soit parallèle à l'axe du monde. Ces coussinets se déplacent au moyen de vis de réglage en ascension droite et déclinaison.

» En braquant sur le miroir une lunette fixe munie d'un réticule, on constitue un appareil qui jouit des mêmes propriétés qu'un équatorial. Il s'ensuit qu'on peut le régler et parfaire graduellement le réglage par les mêmes méthodes astronomiques que pour l'équatorial, avec quelques variantes sur lesquelles il est, ici, inutile d'insister (1).

---

(1) L'autocollimation et la normale au miroir jouent le rôle de la visée directe et de l'axe optique dans le cas d'une lunette d'équatorial.

Pour fixer les idées, j'indiquerai seulement le procédé suivant. Sur une des extrémités de l'axe, on fixe un petit miroir plan auxiliaire m. On amène la normale à m à coïncider avec l'axe de rotation : cette condition est remplie quand l'image d'un point fixe, vue dans le miroir, demeure exactement immobile pendant la rotation. Cela fait, on installe un théodolite de façon que son axe puisse être amené à être

» Un appareil équatorial fût-il parfait, les images des étoiles sont néanmoins déviées par la réfraction et les perturbations atmosphériques.

» La lunette étant portée par un support fixe indépendant du miroir, il suffit de la munir des vis de rappel nécessaires et de suivre ainsi les étoiles sans toucher au miroir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Relations thermochimiques entre les états isomériques du glucose ordinaire;* par M. **Berthelot**.

« 1. D'après les recherches de M. Tanret, présentées aujourd'hui à l'Académie ([1]), il existe trois états isomériques du glucose ordinaire, que ce savant désigne par les lettres α, β, γ. Ces trois états sont caractérisés par le pouvoir rotatoire de leurs dissolutions, faites à froid et observées immédiatement, soit :

» Pour le glucose (α), hydraté ($C^6H^{12}O^6, H^2O$), tel qu'il est connu généralement, ou le même déshydraté sans fusion, à basse température : $\alpha_D = +106°$;

» Pour le glucose (β), produit de la transformation du précédent à une température de 100° au plus : $\alpha_D = 52°,5$;

» Pour le glucose (γ), produit de la transformation opérée à 110° : $\alpha_D = +22°,5$.

» Les dissolutions des glucoses α et γ, abandonnées à elles-mêmes, au bout d'un certain nombre d'heures (5^h à 6^h), acquièrent un pouvoir rotatoire identique à celui du glucose β, soit $\alpha_D = +52°,5$. Le même pouvoir se développe instantanément, lorsqu'on ajoute à l'une ou à l'autre de ces dissolutions une trace de potasse.

» Tels sont les faits observés : j'ai dû les rappeler d'abord, avant de rapporter les relations que j'ai reconnues, en mesurant la chaleur de transformation de ces divers glucoses les uns dans les autres. En effet, M. Tanret a eu l'obligeance de me remettre des échantillons préparés par lui-même, dans le cours de ses recherches.

» 2. La chaleur de transformation ne peut pas être mesurée directement; car on ne sait pas produire rapidement le phénomène. Mais on peut

---

parallèle à l'axe des pôles et à viser en même temps le miroir. On agit alors sur les coussinets de manière à faire coïncider la normale à m avec l'axe de la lunette.

([1]) *Voir* plus loin, page 1060.

l'obtenir, en amenant tous les systèmes à un état final identique; et cela, tant pour l'état solide que pour l'état dissous.

» Pour y parvenir, il suffit de réaliser dans le calorimètre un état final identique, celui du glucose β, dissous en présence d'un alcali; l'identité d'état résultant de l'identité du pouvoir rotatoire. A cet effet :

» 1° On dissout un poids donné de glucose solide, 10^{gr} ou 20^{gr} par exemple, dans un poids d'eau, soit 400^{gr}, à une température déterminée, telle que 20°, et l'on mesure la chaleur absorbée dans cette dissolution. On la rapporte par le calcul au poids moléculaire : $C^6H^{12}O^6 = 180^{gr}$. Soit D cette chaleur de dissolution;

» 2° On ajoute à la liqueur une certaine quantité d'une dissolution étendue de soude ($NaOH = 2^{lit}$), et l'on mesure la chaleur dégagée, que l'on rapporte également au poids moléculaire du glucose. Soit N cette chaleur de combinaison.

» J'ai opéré la seconde réaction de deux manières différentes : ou bien en ajoutant à la liqueur de la soude dans le rapport d'un demi-équivalent : $\frac{1}{2}NaOH$ pour $C^6H^{12}O^6$; ou bien en ajoutant la soude en grand excès, $\frac{5}{2}NaOH$ pour $C^6H^{12}O^6$. La seconde marche me semble préférable, parce qu'elle épuise la réaction thermique de la soude sur le glucose. En effet, j'ai trouvé, en opérant sur une dissolution faite avec l'hydrate $C^6H^{12}O^6, H^2O$, qui répond à l'état normal du glucose α, *aussitôt après la dissolution :*

$C^6H^{12}O^6$ (1 partie dissoute dans 40 parties d'eau)		$+\frac{1}{2}NaOH$	$(1^{éq} = 2^{Cal})$	$+1^{Cal},8$
»	»	on ajoute $\frac{1}{2}NaOH$	»	$+1,3$
»	»	» $\frac{1}{2}NaOH$	»	$+0,5$
»	»	» $\frac{1}{2}NaOH$	»	$+0,0$
				$+3,6$

» J'ai donné d'abord ces chiffres, parce qu'ils ont été obtenus pour la même concentration que ceux relatifs aux deux autres états du glucose. Il aurait été préférable d'opérer avec des liqueurs moins diluées, afin d'obtenir des variations thermométriques plus considérables, et, par conséquent, une précision plus grande; mais je ne disposais pas de quantités assez considérables des divers glucoses solides, sous des états bien définis. Cependant, j'ai exécuté ces déterminations sur les dissolutions du glucose ordinaire, préalablement portées à 100°, afin de les amener à l'état stable β. J'ai opéré avec une solution renfermant 100 grammes de glucose au litre, soit sensiblement une molécule dans 18 litres. Les résultats étant

rapportés au poids moléculaire (180^{gr}), j'ai obtenu, avec les deux alcalis, potasse et soude, ajoutés par demi-équivalents successifs, à 23° :

		Cal		Cal
	$\frac{1}{2}$ KOH......	+ 2,14	$\frac{1}{2}$ NaOH.....	+ 2,13
	+ $\frac{1}{2}$ KOH......	+ 1,48	+ $\frac{1}{2}$ NaOH.....	+ 1,27
	+ $\frac{1}{2}$ KOH......	+ 0,57	+ $\frac{1}{2}$ NaOH.....	+ 0,41
	+ $\frac{1}{2}$ KOH......	+ 0,06	+ $\frac{1}{2}$ NaOH.....	+ 0,08
	+ $\frac{1}{2}$ KOH......	+ 0,00	+ $\frac{1}{2}$ NaOH.....	+ 0,00
Total.	+ $\frac{5}{2}$ KOH......	+ 4,25	Total................	+ 3,89

» La potasse a dégagé un peu plus de chaleur que la soude. Le chiffre total avec la soude est le même qui sera donné tout à l'heure pour le glucose β(+ 3,96), dans les limites d'erreur.

» 3. Les nombres D et N étant ainsi obtenus, avec des proportions identiques de glucose, d'eau et d'alcali, à la même température, et l'état final étant identique, on en déduit aisément les chaleurs de transformation pour l'*état solide*, c'est la différence $(D + N) - (D_1 + N_1)$, entre les données, observées pour deux états différents.

» Commençons par la chaleur de formation de l'hydrate normal du glucose.

» I. Soient D + N les nombres observés avec le glucose α, c'est-à-dire avec son hydrate $C^2H^{12}O^6 + H^2O$, on trouve :

$$D = -4^{Cal},99, \quad N \text{ pour } \tfrac{5}{2}\,NaOH \ldots\ldots + 3,6,$$
$$» \quad N' \text{ pour } \tfrac{1}{2}\,NaOH \ldots\ldots + 1,8.$$

Soient $D_1 + N_1$ les nombres observés avec ce glucose déshydraté à basse température, $C^6H^{12}O^6$, on trouve :

$$D_1 = -2,15, \qquad N'_1 \text{ pour } \tfrac{1}{2}\,NaOH = +1,8.$$

» La différence

$$(D + N) - (D_1 + N'_1) = -3,19 + 0,35 = -2,84.$$

Cette différence, prise en signe contraire, représente la chaleur de combinaison de l'eau avec le glucose, sous cet état. Soit

$$C^6H^{12}O^6 + H^2O \text{ liq} \ldots\ldots + 2^{Cal},84$$
$$H^2O \text{ sol} \ldots\ldots + 1^{Cal},4$$

» On peut vérifier ici que le glucose déshydraté à froid possède dans la liqueur, au bout de quelques instants de dissolution, le même état moléculaire que son hydrate. En effet, non seulement le pouvoir rotatoire est

le même, mais la chaleur dégagée par $\frac{1}{2}$NaOH est la même : $N' - N'_1 = 0$. Nous pourrons dès lors, dans ce qui suit, raisonner en toute sécurité sur la comparaison entre les états du glucose, à partir du glucose α déshydraté. Pour ce corps, soit N_1 se rapportant à $\frac{5}{2}$NaOH, nous aurons encore

$$D_1 + N_1 = -2,15 + 3,6 = +1,45.$$

» II. Passons au glucose β. M. Tanret m'a remis deux échantillons, l'un déshydraté entièrement à 100°; l'autre porté à 100°, de façon à y laisser encore une molécule d'eau environ, puis débarrassé de sa dernière molécule d'eau à 0°, par l'action de l'alcool absolu; on l'obtient ainsi sous forme cristalline. On trouve :

» Glucose β entièrement déshydraté à 100° :

$$D_2 = -1,08; \quad N_2 = +4,2; \quad D_2 + N_2 = +3,1.$$

» Glucose β déshydraté complètement à 0° :

$$D'_2 = -0,96; \quad N'_2 = +3,96; \quad D'_2 + N'_2 = +3,0.$$

» Les deux sommes $D_2 + N_2$, $D'_2 + N'_2$ sont sensiblement les mêmes, dans les limites d'erreur.

» III. Soit le glucose γ; on trouve :

$$D_3 = -1,42; \quad N_3 = +3,75\,(^1); \quad D_3 + N_3 = +2,33.$$

» 4. En résumé, voici les nombres obtenus à 20° pour les trois états du glucose :

	Dissolution.	Chaleur dégagée par $\frac{5}{2}$NaOH agissant sur les dissolutions.	Somme des deux réactions.
	Cal	Cal	Cal
Glucose α ($\alpha_D = 106°$)....	− 2,15	+ 3,60	+ 1,45
Glucose β ($\alpha_D = 52°,5$)...	− 0,96	+ 3,96	+ 3,00
Glucose γ ($\alpha_D = 22°,5$)...	− 1,42	+ 3,75	+ 2,33

» On en conclut que, dans l'*état anhydre* :

Le changement du glucose α en glucose β absorberait... $-1^{Cal},55$
Le changement du glucose γ en glucose β absorberait... $-0^{Cal},67$

» Dans l'*état dissous*, les différences sont bien moindres et ne surpassent guère les erreurs d'expérience.

» En tout cas, d'après les mesures thermiques, le changement immé-

(1) $\frac{5}{2}$NaOH.

diat des divers glucoses en glucose β paraît déterminé par l'action des alcalis, qui exalte la fonction acide, de façon à ramener ces divers corps à l'état qui subsiste définitivement dans les dissolutions, d'après les mesures du pouvoir rotatoire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Verneuil, Sappey, Potain réunissent la majorité des suffrages.

Prix Chaussier. — MM. Bouchard, Verneuil, Larrey, Potain, Guyon réunissent la majorité des suffrages.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Verneuil, Potain réunissent la majorité des suffrages.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potain, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Larrey, Guyon réunissent la majorité des suffrages.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Larrey, Guyon réunissent la majorité des suffrages.

Prix Dusgate. — MM. Bouchard, Marey, Verneuil, Brouardel, Potain réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain réunissent la majorité des suffrages.

Prix La Caze (Physiologie). — MM. Ranvier, Duclaux, Chauveau sont adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie.

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTROLOGIE. — *Sur un comparateur automatique enregistreur pour mesures à bouts.* Note de M. L. **Hartmann**, présentée par M. A. Cornu.

(Renvoi à la Commission du prix de Mécanique de la fondation Montyon.)

« L'usage uniforme des mesures métriques doit être actuellement considéré comme assuré pour les longueurs à traits, avec une exactitude de l'ordre du millième de millimètre, grâce aux travaux de la Commission du mètre, de la Section française, et du Bureau international des Poids et Mesures.

» Mais si les règles à traits sont nécessaires pour les besoins de la Science, l'Industrie, de son côté, est obligée de recourir d'une façon presque exclusive à des mesures à bouts, et, il faut bien le reconnaître, on n'est pas arrivé à assurer la concordance rigoureuse de ce genre de mesures avec le prototype international à traits, qui a remplacé le mètre à bouts des Archives.

» L'identification d'une règle à traits avec une règle à bouts présente en effet des difficultés qui n'ont pas encore été résolues.

» Des études entreprises à la Section technique de l'Artillerie ont conduit à prendre comme prototype un mètre à bouts étalonné par le Bureau international, et à faire dériver directement de ce prototype toutes les mesures nécessaires aux constructions, sans passer par l'intermédiaire des règles à traits. Ce résultat a été obtenu au moyen d'un comparateur enregistrant automatiquement la valeur métrique des longueurs à bouts, avec l'exactitude du millième de millimètre.

» Les études relatives à cet appareil ont été poursuivies et terminées avec le concours dévoué de M. le capitaine Mengin.

» *Description du comparateur automatique enregistreur.* — Ce comparateur se compose de quatre parties distinctes :

» 1° L'appareil de mesure proprement dit, fixé sur un banc en fonte, comprend deux poupées, l'une fixe, l'autre mobile, terminées toutes deux par des pistons, sur lesquels les règles viennent prendre appui pendant les opérations de mesure. La poupée fixe porte un écrou qui reçoit une vis, constamment sollicitée dans le sens du vissage par un poids agissant tangentiellement à un cercle calé sur son extrémité.

» 2° Un appareil d'alternance est organisé de façon à présenter l'une et l'autre des deux règles à comparer entre les extrémités des poupées.

» 3° Un appareil enregistreur, actionné par un mouvement d'horlogerie, porte un papier sur lequel des aiguilles solidaires de la vis de mesure viennent marquer des points.

» Deux règles différant de 1 millième de millimètre donnent sur le tambour enregistreur deux points distants de 2^{mm}, c'est-à-dire que l'amplification réalisée est égale à 2000.

» 4° Un appareil moteur, consistant dans une dynamo de 10^{kgm}, et dans un train de réduction de vitesse, donne à la vis un mouvement uniforme de rotation, soit dans le sens du vissage, soit dans le cas du dévissage.

» *Fonctionnement du comparateur.* — Le mouvement de la vis de mesure comprend deux phases successives.

» Dans la première phase, la vis se retire en rentrant dans son écrou, et en même temps l'une des règles se substitue à celle qui a été mesurée dans l'opération précédente.

» Dans la deuxième phase, la vis de mesure se reporte en avant, et ne s'arrête que lorsqu'elle arrive au contact de la règle sous l'influence du poids constant. Quand l'arrêt a lieu, la plume placée au bout de l'aiguille marque un point sur l'enregistreur. Le mouvement continue ensuite en repassant régulièrement par les mêmes phases.

» On obtient ainsi un point environ par minute, et l'ensemble des points correspondant à chacune des deux règles forme une courbe régulière, dont les écarts sont à peine de deux dixièmes de millimètre, c'est-à-dire représentent des différences de l'ordre du dix-millième de millimètre.

» Lorsque la température varie, les deux courbes restent constamment parallèles l'une à l'autre, tout en variant chacune de forme.

» *Construction des règles.* — Les règles sont constituées par des cylindres creux en acier, de 12^{mm} de diamètre extérieur. La forme tubulaire leur donne une grande raideur, avec le minimum de poids, et elle leur permet en outre de prendre rapidement la température ambiante.

» Les bouts des règles, invariablement reliés au corps cylindrique des tubes, sont soigneusement rodés suivant des surfaces sphériques ayant leur centre au milieu de la règle. Pour qu'une règle ainsi construite donne des résultats concordants d'une opération à l'autre, il suffit que les deux points de contact de ses surfaces terminales avec les pistons des poupées se trouvent sensiblement sur un des rayons de la sphère à laquelle ces surfaces appartiennent.

» Les règles sont placées dans des tubes en laiton nickelé, terminés par un recouvrement destiné à en protéger l'extrémité.

» Quand on opère avec des tubes contenant chacun deux règles, les résultats obtenus sont les mêmes que dans les cas des règles simples.

» *Étalonnage des décimètres, des centimètres et des millimètres.* — Le comparateur automatique enregistreur donne le moyen de procéder à l'étalonnage des décimètres, des centimètres et des millimètres, en appliquant exactement les méthodes étudiées pour les mesures à traits par le Bureau international des Poids et Mesures.

» Les opérations étant très rapides, on peut faire les comparaisons en employant tous les intervalles.

» *Étalonnage de la vis.* — La valeur du pas de la vis est déterminée au moyen de deux règles différant de 1^{mm}. On a constaté, du reste, que les vis des dix comparateurs automatiques confectionnés par l'Atelier de précision de la Section technique de l'Artillerie ont toutes le même pas à 1 millième de millimètre près.

» On peut procéder à l'étalonnage de la vis par la méthode générale en employant successivement des règles différant de 1, 2, 3, ... dixièmes de millimètre, et en recourant à la méthode adoptée par le Bureau international pour la détermination des erreurs périodiques des vis micrométriques. En tout cas, on élimine l'erreur périodique par le procédé bien connu qui consiste à répéter la mesure, en faisant avancer ou reculer d'un demi-pas la vis micrométrique.

» Il résulte de ce qui précède que le comparateur automatique enregistreur permet de mesurer une longueur quelconque, si l'on dispose d'une série complète d'étalons croissant de millimètre en millimètre depuis 1^{mm} jusqu'au prototype.

» Toutefois il est possible de réduire considérablement le nombre de ces étalons. Notamment, en adoptant les séries des 27 règles suivantes :

1^{dcm}	2^{dcm}	3^{dcm}	4^{dcm}	5^{dcm}	6^{dcm}	7^{dcm}	8^{dcm}	9^{dcm},
11^{cm}	12^{cm}	13^{cm}	14^{cm}	15^{cm}	16^{cm}	17^{cm}	18^{cm}	19^{cm},
101^{mm}	102^{mm}	103^{mm}	104^{mm}	105^{mm}	106^{mm}	107^{mm}	108^{mm}	109^{mm},

une longueur quelconque : N qui comprend D décimètres, C centimètres, M millimètres et p microns, peut toujours être mise sous la forme

$$N + (20 - C)\,\text{centimètres} = (D + 1)\,\text{décimètres} + (M + 100)\,\text{millimètres} + p\,\text{microns}.$$

Par suite, une seule comparaison donnera la valeur métrique de N.

» Si l'on a, par exemple, à déterminer la longueur $352^{mm},25$, il suffit de mettre dans un tube la règle donnée avec la règle 150^{mm}, dans un autre tube les deux règles 400^{mm} et 102^{mm}, et de procéder ensuite à la comparaison des deux règles doubles ainsi composées.

» Le comparateur automatique se prête également bien à la mesure du diamètre des cylindres; il est aussi employé pour vérifier la régularité d'un cylindre, en faisant passer successivement les différentes régions de ce cylindre entre les extrémités des poupées.

» Il est à remarquer enfin que cet instrument constitue un thermomètre très sensible, et peut servir à l'étude de la dilatation des corps solides [1].

» Le comparateur automatique enregistreur se recommande par les propriétés suivantes :

» Mesure des règles sous pression rigoureusement constante;

» Facilité du contrôle, puisque la comparaison des règles se fait au moyen de pointés enregistrés par le tambour de l'appareil et qu'on garde la trace des opérations dans un document authentique;

» Simplicité et rapidité des opérations, le comparateur marchant d'une manière automatique, et n'exigeant le concours d'aucun opérateur, une fois les règles en place;

» Élimination des erreurs accidentelles, ces erreurs donnant lieu à des points anormaux, dont l'irrégularité est manifeste;

» Enregistrement des effets des causes systématiques de perturbation, notamment des variations de longueur dues aux variations de température, et, par suite, possibilité de faire les corrections relatives à ces effets. »

M. Cornu, à l'occasion de cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« Comme membre de la Section française de la Commission du Mètre, je me permets d'appeler l'attention de l'Académie sur l'intérêt que présente, au point de vue de la Métrologie, la méthode expérimentale mise en œuvre par M. le Commandant Hartmann, chef du Service de l'atelier de précision de la Section technique de l'Artillerie, et son adjoint, M. le Capitaine Mengin. Avec l'autorisation de M. le Ministre de la Guerre, j'ai assisté, à

---

(1) En particulier, on a constaté que le coefficient de dilatation d'un acier contenant 25 pour 100 de nickel était environ de 0,000 018 tandis que celui de l'acier ordinaire est de 0,000 010 7.

plusieurs reprises, aux expériences de ces savants officiers, et j'ai pu constater que toutes les opérations de vérification ou de contrôle faites à ma demande ont réussi à l'ordre d'approximation énoncé dans le Mémoire précédent.

» Les mesures obtenues avec ces appareils, étudiés et construits pour les besoins de l'artillerie, ont conduit à des conclusions qui dépassent de beaucoup, comme portée, le but spécial auquel ces appareils sont destinés. Parmi les résultats dont la Métrologie tire un profit immédiat, on doit citer celui-ci : la comparaison de règles à bouts s'effectue au millième de millimètre lorsque les deux règles à comparer sont faites du même métal et offrent à peu près la même forme ; dans ces conditions, la différence des longueurs mesurées est sensiblement indépendante de la pression exercée par les pièces de contact (appelées *palpeurs* dans les comparateurs de ce genre); mais, lorsque les règles sont constituées par des métaux différents, la mesure différentielle dépend dans une proportion considérable de la pression des palpeurs.

» Cette difficulté, signalée depuis longtemps et évidente *a priori*, était restée, comme tant d'objections valables en théorie, sans base sérieuse pour définir la limite pratique des erreurs à craindre : le mode d'observation si simple et si rapide fourni par le comparateur automatique de M. le commandant Hartmann a permis d'étudier méthodiquement cette cause d'erreur et d'en apprécier la gravité.

» Ce résultat, qui donne une infériorité notable à toutes les mesures *absolues* faites avec des règles à bouts, justifie l'exclusion de ce genre de règles pour les mesures de haute précision dans tous les cas où la longueur à mesurer n'est pas déterminée par les surfaces extrêmes d'un corps solide.

» Il explique certaines divergences singulières reconnues dans les anciennes comparaisons de règles étrangères (construites en différents métaux) avec les étalons métriques français en platine, divergences qu'on attribuait volontiers aux observateurs dont l'habileté et la conscience étaient pourtant à l'abri de tout soupçon. On voit aujourd'hui clairement que ces anomalies sont la conséquence inévitable de la nature des règles sur lesquelles l'opération a été effectuée.

» Les travaux de MM. Hartmann et Mengin apportent donc à la Commission internationale du Mètre de nouveaux éléments pour terminer les études relatives aux prototypes à bouts, laissées en suspens jusqu'ici. L'infériorité de ces prototypes n'en sera pas diminuée; mais l'essai des nouveaux

dispositifs permettra sans doute de mettre la méthode de comparaison à l'abri des objections que soulève l'emploi des anciens comparateurs.

» Enfin, on sera probablement conduit, pour s'affranchir de l'erreur systématique inévitable qu'on rencontre dans la comparaison d'une règle à bouts avec une règle à traits (erreur qui se multiplie dans la construction des subdivisions), à construire un prototype spécial dont le métal serait choisi surtout en vue des mesures industrielles qui s'accommodent mal des règles à traits. Le *prototype secondaire*, si l'on peut s'exprimer ainsi, offrirait, il est vrai, une équation un peu incertaine; mais cela n'aurait aucun inconvénient en comparaison de l'intérêt qui s'attache à l'unification des mesures d'ateliers qu'on ne peut vraiment pas rapporter aux prototypes à traits. »

VITICULTURE. — *Recherches sur l'éclosion de l'œuf des sexués du Phylloxera de la Vigne*. Note de M. **L.-J. Leroux**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. V. Mayet, dans sa lettre à M. Dumas (avril 1881), rendant compte de ses travaux pendant la première quinzaine d'avril, donne le nombre, par ordre de date, des éclosions d'œufs de sexués, qu'il a obtenues dans son laboratoire : la première est du 5 avril et la dernière du 16 du même mois. (*Voir* Mayet, *Comptes rendus*, n° 17; 25 avril 1881.)

» Ensuite, l'auteur ajoute : « Je puis donc dire que l'éclosion de l'œuf » fécondé se fait ici (à Montpellier) pendant tout le mois d'avril et même » dès la fin de mars. » En effet, l'auteur a trouvé, le 13 avril, des Phylloxeras adultes en train de pondre.

» Comme il faut au moins quinze jours avant qu'un Phylloxera puisse » pondre, ceux-ci sont donc nés vers le 25 mars ». Il serait plus juste de dire *réveillés*.

» Les *Comptes rendus* ne disent pas quel jour a été commencée cette incubation artificielle, ni quelle a été la température de l'étuve : c'est là que gît toute la difficulté.

» Cette incubation a été commencée le 1er avril au plus tôt, ou le 4 avril au plus tard. Si le commencement est du 4 avril, le temps d'incubation à l'étuve n'aurait duré que douze jours. Ce temps, dans la nature, équivaut à vingt-quatre jours au moins, et à trente-six jours au plus. En prenant la moyenne, soit trente ou trente-deux jours, les dernières éclo-

sions auraient eu lieu vers le 3 ou le 5 mai. A cette époque, dans le midi de la France, toutes les éclosions d'œufs d'hiver n'ont pas encore eu lieu. La conclusion sera la même si le 3 avril est pris pour point de départ; tandis que si le début est placé au 1er avril, l'incubation durera quinze jours. Ces quinze jours valent trente jours au moins et quarante-cinq jours au plus.

» En prenant le temps moyen, soit trente-huit ou quarante jours, les dernières éclosions auront lieu vers le 8 ou le 10 mai. Ceci doit être bien plutôt la vérité, et cette incubation a donc dû être commencée le 1er ou le 2 avril au plus tard, et six jours après le réveil phylloxérique, présumé avoir eu lieu le 25 ou le 26 mars.

» Pour le cas actuel, le réveil phylloxérique a eu lieu entre le 20 et le 25 mars; mais, selon qu'il aura lieu plus tard, les dernières éclosions auront lieu plus tard également; même au delà du 20 mai, si le réveil phylloxérique a lieu après les premiers jours d'avril.

» Dans le calcul approximatif du temps des périodes précédentes de l'évolution phylloxérique, le temps minimum est compté deux fois le temps d'étuve, et le temps maximum trois fois. Cette manière de supputer le temps s'applique aux autres périodes phylloxériques et à l'évolution d'autres insectes : aux vers à soie du mûrier, par exemple.

» Ainsi, le temps minimum d'éclosion des œufs des aptères radicicoles étant de huit jours et le temps maximum de douze jours, à l'étuve, l'éclosion aura lieu au bout de quatre jours. A l'étuve et à la température de l'été, le phylloxera radicicole pond au bout de huit jours; à l'état de nature, le temps minimum est de seize jours; le temps maximum doit être de vingt-quatre jours.

» De plus, la période de développement de l'aptère radicicole, depuis sa naissance jusqu'à ce qu'il soit prêt à pondre, est double de la période d'incubation de ses œufs; et la période d'incubation des œufs des sexués est cinq fois et demie (44 jours) ou six fois (48 jours) le temps d'incubation des œufs des aptères radicicoles.

» Par suite de la variabilité de la température, le temps maximum des petites périodes peut seul se trouver dans la nature. Le temps maximum de développement des larves ne peut pas non plus se rencontrer, à cause de la faculté que possèdent ces larves de se déplacer; ce qui leur permet de s'abriter plus ou moins. C'est le plus souvent le temps moyen, avec un jour ou deux en plus ou moins, selon la saison, qui se trouve être le plus juste.

» Il résulte de tout cela que le temps minimum, nécessaire à l'éclosion de l'œuf des sexués, est non seulement supérieur à quarante jours, mais qu'il est au moins égal à quarante-quatre jours, si ce n'est à quarante-huit jours. Par conséquent, le procédé de préservation des vignes, indiqué dans la Note précédente, et consistant en deux pulvérisations ou deux badigeonnages insecticides appliqués, l'un au commencement de septembre et l'autre vers la fin d'octobre, est applicable.

» Le Phylloxera ailé ne mange pas. Sur la vigne américaine le Phylloxera est surtout gallicole; il est presque exclusivement radicicole avec la vigne asiatique : il n'aime pas la feuille de cette dernière; pourquoi l'ailé l'aimerait-il? Des ailés vont directement du sol pondre sur le vieux bois de la vigne sans passer par les feuilles, par conséquent sans manger : pourquoi ceux qui vont pondre sur les feuilles mangeraient-ils? Le Phylloxera ailé a d'ailleurs le suçoir atrophié, il ne doit lui servir qu'à piquer les feuilles de vigne pour en augmenter l'évaporation et procurer ainsi de la fraîcheur à ses œufs que tue une température de 42° à 45°; il craint donc la grande chaleur produite par la réverbération du sol. Pour le même motif, pendant les grandes chaleurs, les sexués pondent leurs œufs de préférence sur le bois de deux ans, parce qu'il est le plus éloigné du sol.

» Il y a une vingtaine d'années, lorsque l'on confondait encore les œufs des ailés avec ceux des aptères agames, et les sexués avec ces mêmes aptères agames, on trouvait des œufs de Phylloxera, dont l'éclosion avait lieu au bout de cinq jours. Cette éclosion ne peut être que celle des œufs des ailés. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice nécrologique sur Ernest Mallard, par M. *A. de Lapparent*.

2° Un Ouvrage de M. *A. Jaccard*, ayant pour titre : « Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique ». (Présenté par M. Daubrée.)

3° Un Ouvrage de M. *J. Künckel d'Herculais*, intitulé : « Invasions des Sauterelles en Algérie ». (Présenté par M. Perrier.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Démonstration d'un théorème de Tchébychef.* (Extrait des papiers laissés par l'auteur.) Note de M. **André Markoff.** (Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans votre Cours vous mentionnez une proposition remarquable de Tchébychef sur les diviseurs premiers des nombres de la forme n^2+1.

» Cette proposition peut être énoncée ainsi :

» *Soit* μ *le plus grand diviseur premier des nombres*

$$1+2^2,\quad 1+4^2,\quad 1+6^2,\quad \ldots,\quad 1+4N^2;$$

le rapport

$$\frac{\mu}{N}$$

croît infiniment avec N.

» En profitant d'un fragment trouvé parmi les papiers de Tchébychef (une copie photographique de ce fragment est annexée à ma Lettre), on peut rétablir la démonstration de la proposition de Tchébychef.

» Dans ce but, nous considérons la somme

$$\log(1+2^2)+\log(1+4^2)+\ldots+\log(1+4N^2)=\sum\log(1+4x^2)$$

égale à une somme composée des logarithmes des nombres premiers de la forme $4m+1$

$$\sum\log(1+4x^2)=\sum A_q\log q\qquad (q=5, 13, 17, \ldots, \mu).$$

» Quant au multiplicateur A_q, il est égal à la somme des nombres des solutions des congruences

$$\begin{aligned} 1+4x^2 &\equiv 0 \quad (\text{mod.}\, q),\\ 1+4x^2 &\equiv 0 \quad (\text{mod.}\, q^2),\\ \ldots\ldots &\ldots \quad \ldots\ldots\ldots, \end{aligned}$$

x étant plus petit que $N+1$.

» Or le nombre des solutions de la congruence

$$1+4x^2\equiv 0\qquad (\text{mod.}\, q^k),$$

satisfaisant à la condition

$$x\leqq N,$$

est moindre que

$$\frac{2N}{q^k} + 1$$

et se réduit à zéro pour $k > \frac{\log(1+4N^2)}{\log q}$.

» Il en résulte

$$A_q < 2N\left(\frac{1}{q} + \frac{1}{q^2} + \ldots\right) + \frac{\log(1+4N^2)}{\log q}$$

et, par conséquent,

$$\sum \log(1+4x^2) < 2N \sum \frac{\log q}{q-1} + \varphi(\mu)\log(1+4N^2),$$

$\varphi(\mu)$ étant le nombre des nombres

$$5, \quad 13, \quad 17, \quad \ldots, \quad \mu.$$

» De cette inégalité et de la suivante

$$\sum \log(1+4x^2) > 2N\log N - N,$$

il suit

$$\frac{\log N}{\log \mu} < \frac{1}{\log \mu}\sum \frac{\log q}{q-1} + \frac{\varphi(\mu)\log(1+4N^2)}{2N\log \mu} + \frac{1}{2\log \mu}.$$

» Supposons maintenant que N augmente infiniment.

» Alors μ croît aussi infiniment et les expressions

$$\frac{1}{\log \mu}\sum \frac{\log q}{q-1} \quad \text{et} \quad \frac{1}{2\log \mu}$$

s'approchent des limites correspondantes $\frac{1}{2}$ et 0.

Quant à l'expression

$$\frac{\varphi(\mu)\log(1+4N^2)}{2N\log \mu} = \frac{\varphi(\mu)}{\mu}\,\frac{\log(1+4N^2)}{2\log N}\,\frac{\mu\log N}{N\log \mu},$$

il est facile d'assurer qu'elle doit s'approcher de la limite zéro, si le rapport $\frac{\mu}{N}$ restait fini; car on a

$$\lim\left\{\frac{\varphi(\mu)}{\mu}\right\}_{\mu=\infty} = 0, \qquad \lim\left\{\frac{\log(1+4N^2)}{2\log N}\right\}_{N=1} = 1$$

et

$$\frac{\mu\log N}{N\log \mu} < \frac{\mu}{N} \quad \text{ou} \quad < 1.$$

» En admettant que le rapport $\frac{\mu}{N}$ reste fini pour les valeurs de N infiniment

grandes, nous parvenons à une contradiction : pour les valeurs de N assez grandes, le rapport $\frac{\log N}{\log \mu}$ doit être moindre que tout nombre supérieur à $\frac{1}{2}$ et en même temps il doit être plus grand que tout nombre inférieur à 1. Donc le rapport $\frac{\mu}{N}$ croît infiniment avec N.

» En terminant, je vous annonce que l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg a décidé de publier une édition complète des Œuvres de Tchébychef. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence des six formes différentes d'expression des quadratures de différentielles algébriques réductibles aux intégrales elliptiques.* Note de M. **F. de Salvert**, présentée par M. Hermite.

« La notion des transcendantes elliptiques s'introduit naturellement en Analyse, comme l'on sait, par la considération des quadratures de la forme $\int F(x, \sqrt{X})\,dx$, dans laquelle, F désignant une fonction rationnelle en x et en $\sqrt{X}$, le polynome X peut toujours être supposé représenté par

$$X = (a+x)(b+x)(c+x), \tag{1}$$

le cas où il serait du quatrième degré se ramenant à celui-là par le moyen d'une substitution très connue. Cela posé, si l'on part de ce fait, que l'expression différentielle type $\frac{dz}{\sqrt{(\alpha+z)(\beta+z)(\gamma+z)}}$ équivaut, avec les symboles classiques des fonctions elliptiques, à celle-ci

$$\frac{2}{\sqrt{\alpha-\gamma}}\, d\,\mathrm{Arg\,sn}\left(\sqrt{\frac{\alpha+z}{\alpha-\beta}}, \sqrt{\frac{\alpha-\beta}{\alpha-\gamma}}\right),$$

il résulte immédiatement de la symétrie en a, b, c du polynome X (1), qui figure dans l'élément de la quadrature proposée, que son expression pourra recevoir, en raison de la présence des intégrales elliptiques qui y entreront, six formes différentes, selon que l'on fera correspondre l'arrangement (α, β, γ) à l'une ou à l'autre des six permutations des trois lettres a, b, c, permutations que nous allons énumérer ici, pour plus de précision, dans l'ordre suivant

$$(a, b, c), \quad (b, c, a), \quad (c, a, b), \quad (a, c, b), \quad (b, a, c), \quad (c, b, a),$$

le carré du module desdites fonctions elliptiques étant dès lors, respectivement dans chacune de ces six formes, représenté par le rapport :

$$(2)\qquad \begin{cases} k_1^2 = \dfrac{a-b}{a-c}, & k_2^2 = \dfrac{b-c}{b-a}, \quad k_3^2 = \dfrac{c-a}{c-b}, \\ k_4^2 = \dfrac{a-c}{a-b}, & k_5^2 = \dfrac{b-a}{b-c}, \quad k_6^2 = \dfrac{c-b}{c-a}. \end{cases}$$

» Cela étant, il est clair que ces différentes formes d'expression n'offriront d'intérêt et d'utilité pratique pour les applications que si l'on est en possession de formules qui permettent de passer à volonté de l'une à l'autre de ces six formes, par le moyen de substitutions déterminées, de manière à pouvoir vérifier, en toute occasion, l'équivalence de deux résultats, fort différents d'aspect, auxquels on aura été conduit pour le même problème, suivant la manière dont on aura dirigé le calcul.

» La question ainsi posée sera résolue, pour les intégrales elliptiques de première espèce, par les formules connues de la théorie de la transformation, que l'on trouve dans tous les Ouvrages relatifs à la théorie des fonctions elliptiques, mais elle pourra sembler embarrassante pour les intégrales de deuxième et de troisième espèce, relativement à la transformation desquelles on ne trouve d'indication dans aucun de ces Ouvrages.

» Nous allons montrer que cette lacune est pleinement comblée, quant à l'objet très limité spécifié tout à l'heure, par les formules que nous avons données dans deux Notes antérieures (28 mai et 18 juin 1894), pour la transformation des fonctions elliptiques de deuxième et de troisième espèce.

» En effet, on aperçoit de suite, entre les six modules (2), les cinq relations

$$k_4^2 = \frac{1}{k_1^2}, \qquad k_1^2 + k_6^2 = 1, \qquad k_3^2 = \frac{1}{k_6^2}, \qquad k_2^2 = -\frac{k_6^2}{k_1^2}, \qquad k_5^2 = -\frac{k_1^2}{k_6^2},$$

d'où il suit qu'en prenant pour ancien module k le premier module k_1, si l'on adopte la lettre l pour représenter, avec un indice spécial, chacun des nouveaux modules, et que l'on convienne de faire à l'avenir

$$k_1 = k, \qquad k_4 = l_0, \qquad k_6 = l_1, \qquad k_3 = l_2, \qquad k_2 = l_3, \qquad k_5 = l_4,$$

les mêmes relations s'écriront avec ces nouvelles notations

$$\begin{cases} l_0^2 = \dfrac{1}{k^2}, \qquad l_1^2 = 1 - k^2 = k'^2, \qquad l_2^2 = \dfrac{1}{l_1^2} = \dfrac{1}{k'^2}, \\ l_3^2 = \dfrac{-l_1^2}{k^2} = \dfrac{-k'^2}{k^2}, \qquad l_4^2 = \dfrac{-k^2}{l_1^2} = \dfrac{-k^2}{k'^2}, \end{cases}$$

et, par conséquent, les seules formules de transformation qui nous soient nécessaires s'appliqueront aux cinq nouveaux modules :

$$l_0 = \frac{1}{k}, \qquad l_1 = k', \qquad l_2 = \frac{1}{k'}, \qquad l_3 = \frac{ik'}{k}, \qquad l_4 = \frac{ik}{k'}.$$

» Ce sont précisément ceux pour lesquels nous avons résolu complètement, dans les deux Notes précitées, le problème de la transformation des fonctions elliptiques de deuxième et de troisième espèce.

» Nous n'avons rien à ajouter à ces résultats, quant à ceux relatifs à la première de ces deux fonctions (18 mai 1894); mais pour ceux relatifs à la seconde (18 juin 1894), nous signalerons seulement ici qu'ils pourront également être présentés sous une nouvelle forme plus simple et plus concise, savoir : les formules générales de transformation (4) ou (5) de ladite Note, sous celle-ci

$$(3)\ \left\{\begin{array}{ll} \Pi(x, h, k') = \Pi(ix, ih + K + iK', k), & \Pi\left(x, h, \frac{1}{k'}\right) = \Pi\left(\frac{ix}{k'}, \frac{ih}{k'} + K + iK', k\right), \\ \Pi\left(x, h, \frac{ik'}{k}\right) = \Pi\left(\frac{ix}{k}, \frac{ih}{k} + K, k\right), & \Pi\left(x, h, \frac{ik}{k'}\right) = \Pi\left(\frac{x}{k'}, \frac{h}{k'} + K, k\right), \end{array}\right.$$

et les formules (6) relatives à l'expression des fonctions complètes, sous cette autre forme, écrite avec le même système de notation que dans la Note précitée,

$$(4)\ \left\{\begin{array}{ll} \Pi_1(h) = i\Pi'(ih + K + iK'), & \Pi'_1(h) = i\Pi(ih + K + iK'), \\ \Pi_2(h) = -\Pi\left(\frac{ih}{k'} + K + iK'\right) + i\Pi'\left(\frac{ih}{k'} + K + iK'\right), & \Pi'_2(h) = i\Pi\left(\frac{ih}{k'} + K + iK'\right), \\ \Pi_3(h) = i\Pi'\left(\frac{ih}{k} + K\right), & \Pi'_3(h) = \Pi'\left(\frac{ih}{k} + K\right) + i\Pi\left(\frac{ih}{k} + K\right. \\ \Pi_4(h) = \Pi\left(\frac{h}{k'} + K\right), & \Pi'_4(h) = \Pi'\left(\frac{h}{k'} + K\right) - i\Pi\left(\frac{h}{k'} + K\right. \end{array}\right.$$

lesquelles nouvelles formes nous semblent remarquables, aussi bien le premier groupe que le second, en ce qu'elles ne renferment toutes, comme celles très connues relatives au module $l_0 = \frac{1}{k}$, savoir

$$\Pi\left(x, h, \frac{1}{k}\right) = \Pi\left(\frac{x}{k}, \frac{h}{k}, k\right), \qquad \Pi_0(h) = \Pi\left(\frac{h}{k}\right), \qquad \Pi'_0(h) = \Pi'\left(\frac{h}{k}\right),$$

que des fonctions de troisième espèce, c'est-à-dire de même espèce que celles qu'elles ont pour objet de transformer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration du système des équations différentielles.* Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Pour le système

$$(1)\quad dx_{m+s} = X_{s,1}\,dx_1 + X_{s,2}\,dx_2 + \ldots + X_{s,m}\,dx_m \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-m),$$

qui équivaut au système

$$(2)\qquad ds_{s+2} = A_{s,1}\,dx_1 + A_{s,2}\,dx_2 \qquad (s = 1, 2, \ldots, n-2),$$

j'ai déduit les liaisons

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &(X_{s,1})_2 - (X_{s,2})_1 + \sum_{k=1}^{k=m-2} A_{k,2}[(X_{s,1})_{k+2} - (X_{s,k+2})_1] \\ &\qquad - \sum_{k=1}^{k=m-2} A_{k,1}[(X_{s,2})_{k+2} - (X_{s,k+2})_2] \\ &\qquad + \sum_{i,k}^{1,2,\ldots,m-2} (A_{i,2}A_{k,1} - A_{i,1}A_{k,2})[(X_{s,k+2})_{i+2} - (X_{s,i+2})_{k+2}] = 0 \\ &\qquad\qquad (s - 1, 2, \ldots, n-m), \end{aligned} \right.$$

où nous avons employé la détermination

$$(\quad)_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-m} X_{r,j}\frac{\partial}{\partial x_{r+n-m}}.$$

» J'ai posé l'hypothèse que les coefficients relatifs des équations (3) sont proportionnels entre eux. Cependant je me suis aperçu ensuite que cette supposition n'était pas juste, car, en réalité, le système (3) renferme $2(m-2)$ équations indépendantes les unes des autres; quant à toutes les équations $n - m - 2(m-2)$ restantes, elles dérivent des précédentes.

» Par conséquent, si l'on veut obtenir analytiquement les conditions d'intégrabilité, il faut des $2(m-2)$ équations déterminer les quantités

$$A_{1,1},\quad A_{2,1},\quad \ldots,\quad A_{m-2,1};\qquad A_{1,2},\quad A_{2,2},\quad \ldots,\quad A_{m-2,2},$$

et substituer les valeurs obtenues de cette manière dans toutes les autres équations du système (3). Mais, comme les équations (3) ne sont pas linéaires, l'élimination des quantités A est donc, en général, assez difficile.

Il est donc plus commode, en pratique, de trouver combien, dans le système (3), il y a d'équations indépendantes entre elles. S'il n'y a de telles équations que $2(m-2)$, cela signifiera que le système donné équivaut au système (2), c'est-à-dire qu'il ne renferme que deux variables indépendantes. La méthode d'intégration du système (1) est facile, car, après avoir déterminé algébriquement du système (3) les quantités A, nous pourrons former le système (2) et intégrer ensuite des manières connues.

» Si l'on avait, par exemple, le système

$$\begin{aligned} du &= (v-2u+y-2x)\,dx+(w-2v+x-2y)\,dy+2\,dz,\\ dv &= (w-x-2u)\,dx+(z-y-2v)\,dy+2\,dz,\\ dw &= (z+y-2u-2x)\,dx+(u+x-2v-2y)\,dy+2\,dz, \end{aligned}$$

les équations (3) auront alors la forme

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} 2v-2x-2u+2y-2A_{1,2}+2A_{1,1}&=0,\\ 2v-3x-3u+2y-2A_{1,2}+3A_{1,1}&=0,\\ -2u+3v-2x+3y-3A_{1,2}+2A_{1,1}&=0. \end{aligned}\right.$$

Parmi les dernières équations, il n'y a que deux équations indépendantes; quant à la troisième, en l'ajoutant à la deuxième et la multipliant ensuite par $\frac{2}{5}$, nous obtiendrons la première des équations (4). Par conséquent, du système (4), nous obtiendrons

$$\begin{aligned} A_{1,1}&=u+x,\\ A_{1,2}&=v+y. \end{aligned}$$

Le système (2) aura la forme

$$\begin{aligned} dz &= (u+x)\,dx+(v+y)\,dy,\\ du &= (v+y)\,dx+(w+x)\,dy,\\ dv &= (w+x)\,dx+(z+y)\,dy,\\ dw &= (z+y)\,dx+(u+x)\,dy, \end{aligned}$$

d'où, après l'avoir intégré, nous obtiendrons

$$\begin{aligned} z+u+v+w+2(x+y)+2&=c_1e^{x+y},\\ z-u+v-w+2(-x+y)+2&=c_2e^{-x+y},\\ z+y+1+i(u+x)-(v+y+1)-i(w+x)&=c_3e^{-ix-y},\\ z+y+1-i(u+x)+(v+y+1)+i(w+x)&=c_4e^{ix-y},\\ (i=\sqrt{-1})\ ». \end{aligned}$$

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode pour produire les interférences à grande différence de marche.* Note de M. **Gouy.**

« On sait que, dans les expériences d'interférences faites sans le secours du spectroscope, la différence de marche est limitée par la complexité du mouvement lumineux. Je vais essayer de montrer que cet obstacle peut être presque indéfiniment reculé, avec nos sources de lumière usuelles, par une disposition expérimentale appropriée.

» Nous ferons usage d'une source qui donne des rayons quasi homogènes, c'est-à-dire qui montre au spectroscope une raie assez étroite, dont le milieu a la longueur d'onde λ_0 (rapportée au vide). Soient $\lambda_0 - \varepsilon$ et $\lambda_0 + \varepsilon$ les limites très resserrées qui comprennent la majeure partie de la radiation. On pourra prendre ici ε pour mesure du degré d'homogénéité de la lumière et le déterminer, soit par l'examen spectroscopique, soit par l'étude des interférences obtenues par la méthode usuelle.

» Disposons un appareil interférentiel de telle sorte que les deux faisceaux, outre leur partie commune, effectuent, l'un le trajet l_1 dans le vide, l'autre le trajet l_2 dans un milieu dispersif, tel que le sulfure de carbone, d'indice n. Le nombre N de vibrations qui mesure la différence de marche sera, pour un mouvement simple de longueur d'onde λ,

$$\text{(1)} \qquad \mathrm{N} = \frac{l_1 - n l_2}{\lambda},$$

et la dérivée $\frac{d\mathrm{N}}{d\lambda}$ s'annulera pour $\lambda = \lambda_0$, si l'on a

$$\text{(2)} \qquad l_1 = l_2\left(n_0 - \lambda_0 \frac{dn_0}{d\lambda_0}\right);$$

alors N sera constant pour les divers mouvements simples qui forment la lumière considérée, aux termes près du deuxième ordre par rapport à $\frac{\varepsilon}{\lambda_0}$. Il en résulte que, si ε est assez petit pour que cette lumière permette, par la méthode ordinaire, d'avoir des interférences avec une différence de marche de 50000 vibrations, par exemple, elle permettrait, par le nouveau dispositif, une différence de marche bien plus grande, très supérieure à celle que comportent les dimensions possibles des appareils [1], et qui serait même illimitée si n était une fonction linéaire de λ.

---

[1] La question ayant surtout un intérêt théorique, je n'examinerai pas ici les diffi-

» Pour cette conclusion, nous n'avons envisagé que le degré d'homogénéité de la lumière et non la régularité du mouvement lumineux; j'ai montré, en effet, d'une manière générale, qu'on peut en faire abstraction en considérant la lumière telle que nous la montre l'examen spectroscopique ([1]).

» Il semblerait pourtant, à première vue, que l'expérience ne peut réussir avec une énorme différence de marche que si le rayon lumineux est formé de vibrations d'une régularité proportionnée, bien supérieure à celle que mettent en évidence les expériences d'interférences ordinaires. En réalité, il n'en est rien, et *la nouvelle méthode, dans la mesure où elle rend le phénomène indépendant du défaut d'homogénéité de la lumière, le rend aussi indépendant du défaut de régularité*, qui n'est, du reste, qu'un autre aspect du même fait. En voici la raison :

» Comme je l'ai établi antérieurement, dans la lumière quasi homogène, l'amplitude et le coefficient de phase du mouvement ([2]) sont exprimés, au même degré d'approximation que plus haut, par des fonctions de la forme $f(V_2 t - x)$, en désignant par V_2 la *vitesse de la lumière* qui est ici, dans le sulfure de carbone, en appelant V_1 la vitesse dans le vide,

$$V_2 = \frac{V_1}{n_0 - \lambda_0 \frac{dn_0}{d\lambda_0}} \text{ ([3]).}$$

» Ainsi les valeurs de l'amplitude et du coefficient de phase se transportent, dans le sulfure de carbone, avec la vitesse V_2, plus petite que la vitesse des ondes $\frac{V_1}{n_0}$. L'équation (2) s'écrit

$$\frac{l_1}{V_1} = \frac{l_2}{V_2}. \tag{3}$$

cultés de réalisation, dont la principale serait due aux variations de température. Il semble pourtant que l'expérience ne serait pas impraticable avec une colonne de sulfure de carbone de 4^m, qui pourrait donner pour N des nombres de 1 000 000 (raie E) à 2 000 000 (raie G).

([1]) *Sur le mouvement lumineux* (*Journal de Physique*; 1886).

([2]) Ce sont les quantités a et φ, l'expression du mouvement quasi homogène étant mise sous la forme

$$a \sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \frac{x}{\lambda} + \varphi\right).$$

([3]) *Sur la propagation des ondes lumineuses, eu égard à la dispersion* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1882). *Recherches théoriques et expérimentales sur la vitesse de la lumière*, 1re Partie (*Annales de Chimie et de Physique*, 1889).

» Elle exprime que les variations du coefficient de phase et de l'amplitude du mouvement lumineux se transportent, sur les deux rayons interférents, avec des vitesses telles que *ces variations arrivent en même temps au point où se forment les franges*. Dès lors, en ce point, les deux mouvements interférents ont à chaque instant même amplitude, et une différence de phase constante ; ils sont, à cet égard, comme si les deux rayons avaient parcouru des chemins égaux dans un même milieu.

» Si, au contraire, la condition (2) ou (3) n'était pas satisfaite, les défauts d'homogénéité ou de régularité de la lumière interviendraient pour affaiblir ou faire disparaître les franges, même si la différence de marche N était nulle.

» Remarquons, en terminant, que ce dispositif sera aussi efficace avec la lumière blanche, en observant les franges au spectroscope ; il augmentera la largeur des franges, et les rendra ainsi visibles, pour des différences de marche où, sans cela, elles auraient depuis longtemps cessé d'exister. »

OPTIQUE. — *Sur la théorie électromagnétique de l'absorption de la lumière dans les cristaux*. Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Poincaré.

« Les recherches de M. Camichel (1) sur l'absorption cristalline paraissent avoir mis hors de doute que l'intensité de la lumière qui a traversé une lame cristalline à faces parallèles, taillée d'une manière quelconque, décroît suivant une fonction exponentielle de l'épaisseur. Elles apportent une confirmation à la théorie de « l'ellipsoïde d'absorption ». Elles démontrent enfin un résultat, qu'avait déjà énoncé M. H. Becquerel (2), à savoir que, si la « vibration lumineuse » a une direction donnée, toutes les ondes qui propagent cette vibration ont, quelle que soit leur orientation, le même coefficient d'absorption.

» M. Carvallo (3) a publié les conclusions d'une étude théorique sur la

(1) Camichel, *Thèse de Doctorat*. — Séances de la Société française de Physique, 15 février 1895.

(2) H. Becquerel, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, p. 201.

(3) Carvallo, Séances de la Société française de Physique, 15 février 1895. — *Comptes rendus*, 25 février 1895.

même question. Dans la limite de précision des mesures, elles concordent bien avec les résultats expérimentaux.

» Il m'a paru intéressant d'appliquer à l'absorption cristalline la théorie électromagnétique de la lumière. Elle permet de rendre compte, sans hypothèse nouvelle, de tous les phénomènes observés, et donne, de ces phénomènes, une interprétation particulièrement simple.

» Elle consiste à supposer le milieu cristallin, où se propage la lumière, imparfaitement isolant. La conductibilité électrique variera en général avec la direction. Cette variation pourra être figurée géométriquement par la construction d'un « ellipsoïde de conductibilité » qui, dans le cas le plus général, n'aura pas les mêmes directions d'axes principaux que « l'el- » lipsoïde de pouvoir diélectrique » du même milieu cristallin. C'est dire qu'en général « l'ellipsoïde d'absorption » n'aura pas les mêmes axes que « l'ellipsoïde d'élasticité optique ».

» Hertz (¹) a indiqué les équations qui régissent la propagation d'une perturbation électromagnétique dans un milieu anisotrope, à la fois diélectrique et conducteur. Je prends ces équations pour point de départ, en supposant seulement, comme on est toujours conduit à le faire dans la théorie de la lumière, que le milieu est isotrope au point de vue magnétique. Je désire communiquer simplement ici les conclusions, que je me propose de développer dans un Mémoire détaillé.

» 1° *Dans un pareil milieu, une onde plane incidente donne toujours deux ondes réfractées et deux seulement.* — Les équations auxquelles satisfont les trois composantes de la *force électrique* ou celles du *déploiement électrique* vérifient en effet la condition nécessaire pour qu'il n'y ait que biréfringence (²).

» 2° *Chacune des ondes propage une quantité d'énergie qui décroît en fonction exponentielle de l'épaisseur traversée.* — On a

$$I = I_0 e^{-2kz}, \tag{1}$$

I étant l'énergie électrique après la traversée d'une épaisseur z de cristal, I_0 l'énergie initiale, et k un coefficient d'absorption constant pour une onde donnée.

(¹) HEINRICH HERTZ, *Untersuchungen über die Ausbreitung der electrischen Kraft*, p. 219 [Équations (7_a) et (7_b)].

(²) Cette condition n'est pas toujours remplie par tous les systèmes d'équations proposés par divers auteurs pour représenter la marche de la lumière dans les cristaux; c'est là un point sur lequel je me propose de revenir.

» 3° *La vibration de force électrique et le déplacement électrique restent, dans la traversée du cristal, semblables à eux-mêmes.* — Ils ont lieu suivant des ellipses très aplaties; les plans de ces ellipses conservent leur direction et les ellipses conservent leur forme. Il ne saurait y avoir, dans l'intérieur du cristal, inclinaison progressive de la vibration.

» Les conclusions précédentes sont *rigoureuses*. Supposons maintenant que le coefficient d'absorption soit, en tous les cas, assez petit, par rapport à $\frac{2\pi}{\lambda}$, λ étant la longueur d'onde, pour qu'on puisse négliger le carré du rapport $\frac{k}{\frac{2\pi}{\lambda}}$. En d'autres termes, on suppose que pour réduire la vibration à la fraction $\frac{1}{e^{2\pi}}$ de sa valeur, c'est-à-dire l'intensité à la fraction $\frac{1}{e^{4\pi}}$ de sa valeur, il faut traverser une épaisseur de cristal d'un grand nombre de longueurs d'onde, et d'un nombre assez grand pour que l'inverse de son carré soit négligeable. Remarquons que cette condition est vérifiée pour des cristaux très absorbants; elle l'est amplement pour le rayon ordinaire dans la tourmaline. On obtient alors les conclusions *approchées* qui suivent.

» 4° *La force électrique et le déplacement électrique sont rectilignes.*

» 5° *Dans un corps qui serait un diélectrique isotrope, mais un conducteur anisotrope, la théorie de l'ellipsoïde d'absorption est exacte; et, dans un pareil corps, l'absorption d'une onde ne dépend que de la direction de la vibration électrique qu'elle propage.* La seule quantité qui intervienne est, en effet, le coefficient de conductibilité dans la direction dans laquelle agit la force électrique. On a

$$k = C\varkappa, \tag{2}$$

C étant une constante pour le cristal donné, et $\varkappa$ le coefficient de conductibilité dans la direction α, β, γ suivant laquelle est dirigée la force électrique. Il est lié aux trois coefficients principaux de conductibilité : $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$ par la relation

$$\varkappa^2 = \varkappa_1\alpha^2 + \varkappa_2\beta^2 + \varkappa_3\gamma^2. \tag{3}$$

» La théorie électromagnétique a permis de préciser le degré d'exactitude de cette conclusion.

» 6° Dans le cas général d'un corps doublement anisotrope, le déplacement électrique et la force ne sont plus confondus. L'absorption dépend de la conductibilité dans la direction de la force électrique. Mais, à un dépla-

cement donné, correspondent en général une direction et une valeur unique de la force, par suite une seule onde. Et lorsqu'à un même déplacement peuvent correspondre une infinité d'ondes, c'est que ce déplacement est dirigé suivant un des axes de symétrie optique; il coïncide alors avec la force électrique, et il est encore exact de dire que l'absorption ne dépend que de la conductibilité relative à la direction de la vibration électrique.

» Il faut toutefois généraliser un peu l'énoncé du 5°, en considérant l'absorption après la traversée d'un nombre donné de longueurs d'onde.

» *Les diverses ondes susceptibles de transmettre une même vibration sont également absorbées après la traversée d'un même nombre de longueurs d'onde.*

» Le coefficient de conductibilité $\varkappa$ dans la direction de la vibration est toujours relié aux trois coefficients principaux par la même relation (3).

» 7° Si l'on étudie, en particulier, *les cristaux clinorbombiques,* on trouve que *les deux ellipsoïdes d'élasticité optique et d'absorption ont un axe commun, l'axe binaire du cristal.* Mais il n'y a pas de raison pour que les deux autres systèmes de deux axes coïncident : seulement, *pour chacun des deux ellipsoïdes, ces deux axes seront rectangulaires.* »

OPTIQUE. — *Dispersion rotatoire anomale des corps absorbants.* Note de M. A. COTTON, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note précédente (¹) j'ai signalé l'existence de corps actifs absorbant inégalement un rayon *droit* et un rayon *gauche*, et j'ai indiqué une méthode permettant de mesurer : 1° cette différence entre les absorptions; 2° le pouvoir rotatoire, c'est-à-dire la différence entre les vitesses. Ces mesures de pouvoir rotatoire, faites pour diverses bandes, de longueurs d'onde bien déterminées, espacées dans le spectre, m'ont conduit à un autre fait, distinct du phénomène de l'absorption inégale et qui paraît beaucoup plus général : *la dispersion rotatoire anomale des corps absorbants.*

» I. Si l'on examine en effet les valeurs du pouvoir rotatoire, observées sur les solutions de tartrates colorés que j'ai déjà cités, on remarque immédiatement que ces rotations n'augmentent pas régulièrement lorsqu'on passe du rouge au violet. Dans certaines régions du spectre, le pouvoir rotatoire croît avec la longueur d'onde, dans d'autres régions il décroît.

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 989.

Parfois même il change de signe dans l'étendue du spectre visible : certaines solutions de chrome sont *droites* pour la lumière jaune, *gauches* pour la lumière verte. Ces solutions absorbent inégalement deux rayons inverses, mais, en étudiant des substances où je n'ai pu mettre en évidence aucune inégalité d'absorption, j'ai retrouvé encore cette dispersion rotatoire anomale. Pour tous les composés actifs et colorés sur lesquels j'ai pu faire des mesures, la courbe représentant le pouvoir rotatoire en fonction de la longueur d'onde s'écarte, dès que l'absorption intervient, de celle que donnerait un corps transparent.

» La même influence de l'absorption sur la dispersion rotatoire se retrouve encore lorsqu'on étudie la polarisation rotatoire *magnétique* des substances colorées.

» J'ai donc lieu de croire que c'est un fait général, qui contribuera sans doute à expliquer les différences existant entre les lois de dispersion rotatoire des divers corps.

» Peut-être aussi faudra-t-il en tenir compte, en examinant avec soin une influence possible de l'absorption, dans les recherches où l'on compare entre eux les différents corps d'après la valeur de leur pouvoir rotatoire.

» Cette dispersion rotatoire anomale peut être expliquée très simplement; elle se déduit encore de la théorie de Fresnel. On sait, en effet, que la loi reliant l'indice de réfraction d'un corps à la longueur d'onde est modifiée dans le voisinage d'une bande d'absorption. Dans quelques substances (fuchsine, cyanine, etc.), cette modification, particulièrement nette, a pu être étudiée par diverses méthodes. Considérons maintenant un corps actif et les deux lois de dispersion du rayon droit et du rayon gauche. Au voisinage d'une bande d'absorption, ces deux lois présenteront toutes deux une perturbation. Or cette perturbation se retrouvera dans la loi de dispersion rotatoire, puisque le pouvoir rotatoire est relié très simplement aux indices des deux rayons. En le mesurant, on compare ces deux indices par une méthode interférentielle très sensible, et l'on est ainsi renseigné indirectement sur la loi reliant chacun d'eux à la longueur d'onde.

» II. Afin qu'on puisse se faire une idée de l'ordre de grandeur des quantités que j'ai mesurées, je citerai en terminant les résultats trouvés pour deux liquides sur lesquels on peut constater à la fois les anomalies de dispersion et la production de lumière elliptique, c'est-à-dire l'inégalité des absorptions. Le premier est un liquide bleu qui absorbe surtout le côté rouge du spectre, le second présente en particulier une bande d'absorption

dans le jaune. Je donnerai ailleurs des détails sur ces solutions, qui renferment des tartrates doubles ayant un très grand pouvoir rotatoire moléculaire.

Solution de tartrate de cuivre dans la potasse.

Longueurs d'onde....	657	589	581	562	522	475	437
Rotation ρ...........	0	$+2°$	$+2°16'$	$+2°30'$	$+2°6'$	$+1°56'$	$+2°$
Ellipticité φ.........	$+2°12'$	»	$+1°26'$	$+52'$	0	0	0

Solution de tartrate de chrome et de potassium.

Longueurs d'onde....	657	589	581	562	522	475
Rotation ρ...........	$+50'$	$+1°45'$	$+1°18'$	0	$-1°14'$	$-36'$
Ellipticité φ.........	$+34'$	»	$-3°$	$-2°32'$	$-1°$	$+20'$

» On peut, bien entendu, observer de plus grandes rotations ou des ellipses moins aplaties; il suffit d'augmenter soit l'épaisseur, soit la concentration, mais, en même temps, les mesures deviennent de plus en plus difficiles, faute de lumière, pour les radiations absorbées qui sont les plus intéressantes ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Solution générale des équations de Maxwell pour un milieu absorbant homogène et isotrope.* Note de M. **Birkeland**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Archives de Genève*, je viens d'examiner comment se développe un ébranlement électromagnétique quelconque dans un milieu homogène et isotrope ayant les coefficients d'induction électrostatique et magnétique ε et μ et la conductibilité spécifique λ.

» J'en donnerai ici les résultats en les discutant succinctement.

» Désignons par les fonctions X, Y, Z les composantes de la force électrique au point (x, y, z), à l'époque t; de même, par L, M, N les composantes de la force magnétique. Ces six fonctions, *qu'il s'agit de trouver*, dépendent alors des coordonnées x, y, z et du temps t.

» A l'époque $t=0$, ces mêmes fonctions se réduisent à six fonctions X_0, Y_0, Z_0 et L_0, M_0, N_0, *que nous supposerons données* et qui ne dépendent donc que des trois variables x, y, z.

» Les variations que subissent les quantités X, Y, Z, L, M, N au cours

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

du temps sont données par les équations de Maxwell qui, dans la notation de Hertz, ont la forme suivante ([1]) :

$$
(\mathrm{I}) \quad \left\{
\begin{aligned}
&A\varepsilon\frac{dX}{dt} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} - 4\pi\lambda AX, &\quad A\mu\frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz},\\
&A\varepsilon\frac{dY}{dt} = \frac{dN}{dx} - \frac{dL}{dz} - 4\pi\lambda AY, &\quad A\mu\frac{dM}{dt} = \frac{dX}{dz} - \frac{dZ}{dx},\\
&A\varepsilon\frac{dZ}{dt} = \frac{dL}{dy} - \frac{dM}{dx} - 4\pi\lambda AZ, &\quad A\mu\frac{dN}{dt} = \frac{dY}{dx} - \frac{dX}{dy},
\end{aligned}
\right.
$$

A étant la vitesse de la lumière dans le vide.

» Les équations précédentes avec les conditions initiales des fonctions qui y entrent se rattachent directement à une classe d'équations aux dérivées partielles, pour lesquelles Mme Kowalevsky a montré qu'il existe un seul système d'intégrales ([2]).

» Je viens de trouver ce système en généralisant d'abord une formule bien connue de Poisson à laquelle il a été conduit en résolvant l'équation du mouvement des fluides élastiques ([3]).

» De mes recherches, il résulte que :

» Les fonctions X, Y, Z, qui satisfont aux systèmes d'équations (I) et qui, pour $t = 0$ se réduisent aux fonctions données X_0, Y_0, Z_0, auront la même forme qui, pour X, sera

$$
(a) \quad \left\{
\begin{aligned}
X = {}& \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{16\pi^2}\Bigg\{\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \frac{\omega}{2}X_0\right]^1 t^3\,d\sigma \\
&\qquad + \frac{d}{dt}\left[\frac{1}{t}\frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} e^{-\frac{\omega}{2}t\sin\varphi_1\sin\varphi_2\sin\varphi_3\sin\varphi_4}(X_0)^1 t^3\,d\sigma\right]\Bigg\} \\
&- e^{-\frac{\omega}{2}t}\int_0^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\partial\rho_c(x + r\cos\theta)(y + r\sin\theta\sin\psi)(z + r\sin\theta\cos\psi)}{\partial x} \\
&\times\left[\Lambda(r, vt) - \frac{2}{\omega}\frac{d\Lambda}{dt} + e^{-\frac{\omega}{2}t}\right] r\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi,
\end{aligned}
\right.
$$

où

» 1° L'indice 1 figurant dans ces expressions signifie que les variables prmitives x, y, z sont à remplacer respectivement par $(x + vt\cos\varphi_1)$, $(y + vt\sin\varphi_1\cos\varphi_2)$, $(z + vt\sin\varphi_1\sin\varphi_2\cos\varphi_3)$;

» 2° La différentielle $d\sigma$ remplace $\sin^3\varphi_1\sin^2\varphi_2\sin\varphi_3\,d\varphi_1\,d\varphi_2\,d\varphi_3\,d\varphi_4$;

([1]) Hertz, *Œuvres complètes*, t. II, p. 218.

([2]) Mme Kowalevsky, *Journ. de Crelle*, t. 80, p. 11; 1875.

([3]) Poisson, *Mém. de l'Acad.*, t. III, p. 121; 1818.

» 3° La fonction $\rho_e(x, y, z) = \frac{1}{4\pi}\left(\frac{dX_0}{dx} + \frac{dY_0}{dy} + \frac{dZ_0}{dz}\right)$ représente la densité primitive de l'électricité libre à l'époque $t = 0$;

» 4° $r = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2}$, $\qquad v = \frac{1}{\sqrt{A\varepsilon\mu}}$, $\qquad \omega = \frac{4\pi\lambda}{\varepsilon}$;

» 5° $$A(r, vt) = r\sum_{0}^{\infty}{}_n \frac{\left(\frac{\omega}{2v}\right)^{2n+1}}{(2n+1)!}\sum_{p=0}^{p=n}{}_p \frac{1.3.5\ldots[2(n-p)-1]}{2.4.6\ldots2(n-p)}(vt)^{2p}((vt)^2 - r^2)^{n-p}$$ (¹).

Les expressions pour Y et Z se déduisent de X par permutation circulaire et les valeurs L, M, N sont d'une forme à peu près analogue.

» On peut cependant transformer d'une manière très intéressante les deux premiers termes de l'expression (a). La perturbation électromagnétique primitive étant par hypothèse limitée, les fonctions X_0, Y_0, Z_0, L_0, M_0, N_0 n'ont de valeurs différentes de zéro qu'à l'intérieur d'une certaine surface S.

» Désignons par a la distance minimum et par b la distance maximum du point considéré (x, y, z) à cette surface.

» On aura donc (en supposant ici, pour simplifier l'écriture, $\rho_e = 0$) :

» 1° Si $t < \frac{a}{v}$,

$$X = 0.$$

» 2° Si $\frac{b}{v} > t > \frac{a}{v}$,

$$X = \frac{\omega^2 e^{-\frac{\omega}{2}t}}{32\pi v^3}\left\{\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \frac{\omega}{2}X_0\right]^{(r)}\Phi(r, vt)\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi \right.$$
$$\left. + \frac{d}{dt}\int_a^{vt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}(X_0)^{(r)}\Phi(r, vt)\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi\right\}$$
$$+ \frac{e^{-\frac{\omega}{2}t}}{4\pi}\left\{\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} + \frac{dN_0}{dy}\right) + \frac{\omega}{2}X_0\right]^{(vt)} t\sin\theta\,d\theta\,d\psi \right.$$
$$\left. + \frac{d}{dt}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}(X_0)^{(vt)}t\sin\theta\,d\theta\,d\psi\right\}.$$

» 3° Si $t > \frac{b}{v}$,

$$X = \frac{\omega^2 e^{-\frac{\omega}{2}t}}{32\pi v^3}\left\{\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\left[\frac{1}{A\varepsilon}\left(\frac{dM_0}{dz} - \frac{dN_0}{dy}\right) - \frac{\omega}{2}X_0\right]^{(r)}\Phi(r, vt)\sin\theta\,dr\,d\theta\,d\psi \right.$$
$$\left. + \frac{d}{dt}\int_a^{b}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}(X_0)^{(r)}\Phi(r, vt)\sin\theta\,dv\,d\theta\,d\psi\right\}$$ (²).

(¹) Pour $p = n$, il faut donner le coefficient 1 au terme $(vt)^{2n}$.

(²) Comparez ces formules aux résultats obtenus par M. Poincaré dans sa belle Note *Sur la propagation de l'Électricité* (*Comptes rendus*, t. CXVII, n° 26).

» L'indice (r) signifie que les variables x, y, z, dans les expressions qu'il affecte, sont remplacées par $(x + r\cos\theta)$, $(y + r\sin\theta\sin\psi)$, $(z + r\sin\theta\cos\psi)$; de même pour l'indice (vt), en substituant partout vt à r.

» La fonction

$$\Phi(v, vt) = \sum_0^\infty \left(\frac{\omega}{4v}\right)^{2n} \frac{[(vt)^2 - r^2]^n r^2}{(n!)^2(n+1)}.$$

» *Remarque*. — Si le point considéré (x, y, z) se trouve à l'intérieur de la surface S, nous n'avons qu'à considérer les deux derniers cas $t < \frac{b}{v}$ et $t > \frac{b}{v}$ en posant $a = 0$.

» Les résultats que nous venons d'indiquer nous apprennent que l'ébranlement électromagnétique est toujours limité extérieurement par une surface parallèle à la surface S et séparé d'elle par un intervalle vt; de plus, qu'il y a une autre surface remarquable, également parallèle à S à une distance $-vt$ et formant comme la limite intérieure de l'ébranlement proprement dit et à l'intérieur de laquelle il n'y a plus qu'un *résidu*.

» La discussion de ce résidu, au point de vue des phénomènes d'Optique, conduit à des conséquences surprenantes. »

CHIMIE. — *Sur l'argon et l'hélium*. Extrait d'une lettre de M. **Ramsay** à M. Berthelot.

« J'ai examiné le gaz qui se trouve emprisonné dans le fer météorique. La météorite que j'ai employée était de Augusta County, Virginia, U. S. A., et a été examinée par M. Mallet. L'analyse est publiée dans l'*American Journal of Sciences,* juillet 1871. Elle contient

Fe........	88,4
Ni........	10,2
Co.......	0,4
P........	0,3
C........	0,2

et des traces de Cu, Sn, Mn, Cl, S et SiO^2 de 60^{gr}. Nous avons obtenu 45^{cc} d'un gaz, dont quelques centièmes ont disparu en le faisant détoner avec l'oxygène. Le résidu étant soumis aux étincelles électriques, en présence de soude caustique, une petite contraction avait lieu.

» Le résidu a été desséché avec de la soude caustique et j'ai constaté, au moyen du spectroscope, qu'il consiste en argon, dont il montre tous les signes caractéristiques.

» On peut aussi observer la ligne jaune de l'hélium et, en faisant la comparaison avec un échantillon de l'hélium pur, l'identité était certaine. Il ne coïncide pas avec les lignes D du sodium.

» Il est intéressant de constater la présence de l'argon dans un corps qui est étranger à la Terre, quoique il n'ait pas été aperçu dans le Soleil.

» Il faut remarquer, en terminant, qu'il n'y avait pas de lignes, sauf celles de l'argon et de l'hélium.

» Je continue à m'occuper de l'hélium. Sa densité est 3,88 [1] et le rapport entre les chaleurs spécifiques est 1,66 comme avec l'argon.

» Il est remarquable que la différence entre les densités de l'argon et de l'hélium est 16; ce qui a lieu pour les membres du premier groupe et ceux du second.

» L'hélium se trouve dans la plupart des minéraux à terres rares que j'examine. Il est bien curieux qu'on ne l'ait pas reconnu plus tôt. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la combinaison définie des alliages cuivre-aluminium.* (*Rectification.*) Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

» Dans une Note précédente j'ai annoncé avoir extrait des alliages à excès d'aluminium une combinaison définie correspondant à la formule AlCu; j'indiquais cependant que les cristaux étaient superficiellement altérés par la solution de potasse employée pour la séparation. En fait, j'ai reconnu depuis que cette altération était beaucoup plus profonde que la conservation de l'éclat métallique des cristaux ne me l'avait fait supposer. La combinaison définie est plus riche en aluminium, mais il m'a été impossible jusqu'ici de l'isoler sans altération. L'étude de la fusibilité des alliages de cuivre-aluminium m'a conduit par contre à prévoir l'existence de deux combinaisons définies Al^2Cu et $AlCu^3$, mais cette indication demande à être contrôlée par d'autres méthodes.

» Je signalerai incidemment un cas d'altération spontané de ces alliages, qui, rapproché de beaucoup d'autres faits semblables déjà connus, permet

(1) L'hydrogène = 1.

de craindre bien des mécomptes dans l'industrie des alliages de l'aluminium. Un culot, obtenu en fondant poids égaux de cuivre et d'aluminium, fut immergé vingt-quatre heures dans une solution de chlorure de sodium, en présence de chlorure de plomb, pour essayer de dissoudre l'aluminium libre. Il n'y eut aucune attaque apparente; le culot conserva son aspect et sa dureté. Lavé, séché et abandonné à l'air, il s'était, au bout de douze heures, transformé en un petit tas de poudre noirâtre, résultat de l'oxydation spontanée de l'alliage. Un alliage identique, mais qui n'avait pas subi le traitement au chlorure de sodium, se conserve depuis un mois sans aucune espèce d'altération. Cela suffit pour montrer une fois de plus qu'il suffit de circonstances insignifiantes en apparence, et en tous cas d'une définition difficile, pour rendre à l'aluminium la grande altérabilité qu'il devrait toujours posséder en raison de la valeur considérable de sa chaleur d'oxydation. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du soufre dans les fontes, les aciers et les fers.* Note de M. **Louis Campredon**, présentée par M. Henri Moissan.

« Principes de la méthode. — 1° Dégagement du soufre à l'état de composés gazeux en attaquant le métal par les acides chlorhydrique ou sulfurique étendus d'eau.

» 2° Passage des gaz, additionnés d'acide carbonique et d'hydrogène, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, suivant les indications de M. Rollet, pour transformer en hydrogène sulfuré les composés sulfureux qui se sont dégagés sous une autre forme.

» 3° Barbotage du gaz dans une liqueur légèrement acide d'acétate de zinc pour retenir l'hydrogène sulfuré, à l'état de sulfure de zinc insoluble dans l'acide acétique faible.

» 4° Titrage sulfhydrométrique du sulfure de zinc formé, au moyen d'une liqueur type d'iode et d'une liqueur d'hyposulfite de soude pour déterminer la quantité d'iode ajoutée en excès. La fin de la réaction est caractérisée par la disparition très nette de la coloration bleue de la solution en présence de l'amidon (ajouté comme réactif indicateur) lorsqu'il ne reste plus aucune trace d'iode libre ([1]).

([1]) La méthode sulfhydrométrique a été appliquée par M. Elliott au dosage du soufre, dans les produits sidérurgiques, en faisant passer les gaz sulfurés dans une solution de soude caustique.

» Le sulfure de zinc formé, soumis à l'action d'un excès d'iode, donne

$$ZnS + I = ZnI + S.$$

» Cette réaction, dont l'exactitude a été contrôlée, s'accomplit en liqueur neutre ou au sein d'une liqueur acide sans action sur le sulfure de zinc.

» *Description de l'appareil.* — Il comprend deux appareils continus pour produire l'acide carbonique et l'hydrogène. Ces gaz passent dans une dissolution de nitrate d'argent pour retenir les composés sulfurés qu'ils pourraient renfermer, puis ils arrivent dans la fiole d'attaque où ils se mélangent aux produits gazeux résultant de l'action du métal sur l'acide employé. Les gaz sont refroidis par leur passage dans un flacon de condensation plongé dans l'eau et qui retient la plus grande partie de la vapeur d'eau. Le mélange gazeux traverse alors un tube de porcelaine chauffé au rouge orangé ou au blanc naissant et vient barboter dans un flacon de Durand contenant 100^{cc} de liqueur de zinc acétique préparée suivant les indications données plus loin. Ensuite les gaz traversent une solution d'acétate de plomb (légèrement acidifiée par l'acide azotique) qui ne doit pas être troublée par le passage du courant gazeux ; ce qui prouve que tout l'hydrogène sulfuré a été retenu.

» *Mode opératoire.* — On opère sur 2^{gr}, 5^{gr} ou 10^{gr} de métal, suivant sa teneur présumée en soufre.

» L'appareil étant monté comme on l'a expliqué ci-dessus (le courant d'acide carbonique étant établi et celui d'hydrogène arrêté), on introduit la limaille fine dans la fiole d'attaque en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter la formation d'un mélange détonant; il suffit pour cela de maintenir dans le tube, au début de l'opération, une atmosphère d'acide carbonique.

» On fixe le bouchon de la fiole d'attaque et l'on verse, au moyen d'un entonnoir à robinet, 100^{cc} d'acide sulfurique au cinquième ou 100^{cc} d'acide chlorhydrique au tiers; on laisse l'attaque se faire à froid pendant deux ou trois minutes, tout en maintenant le courant d'acide carbonique, puis on chauffe et l'on ouvre le robinet d'hydrogène.

» Dans le premier flacon de Durand se forme un précipité blanc floconneux de sulfure de zinc.

» L'attaque terminée, on enlève la fiole conique, ainsi que le premier flacon de Durand contenant le sulfure de zinc. Avec un jet de pissette, on lave les tubulures pour détacher les parcelles de sulfure adhérentes et l'on sépare la tubulure. Le titrage se pratique dans le flacon de Durand même, en sorte que l'on évite tout transvasement du précipité.

» On ajoute, avec une burette, une quantité connue d'iode, quantité plus que suffisante pour décomposer le sulfure de zinc suivant la réaction déjà indiquée; on laisse en contact pendant deux ou trois minutes, en agitant, puis on ajoute 2^{cc} de liqueur d'empois d'amidon qui produisent une coloration verdâtre. C'est alors qu'au moyen d'une burette on verse dans le flacon, en agitant doucement celui-ci, de la liqueur d'hyposulfite de soude jusqu'à ce que la coloration, devenue d'abord vert foncé, puis

bleu indigo, disparaisse entièrement. L'iode, agissant sur l'hyposulfite de soude, en présence de l'eau, produit du tétrathionate de soude et de l'acide iodhydrique.

» Préparation des liqueurs. — 1° *Liqueur de zinc acétique.* — On dissout 10^{gr} d'oxyde de zinc pur dans 25^{cc} d'acide acétique cristallisable, on étend à un demi-litre environ; on ajoute un excès d'ammoniaque jusqu'à redissolution du précipité d'oxyde et l'on rend ensuite légèrement acide par l'acide acétique.

» 2° *Liqueur d'iode.* — Dissoudre 7^{gr},900 d'iode trisublimé et 25^{gr} d'iodure de potassium dans 1^{lit} d'eau.

» D'après la formule de la réaction

$$\underset{16}{HS} + \underset{127}{I} = HI + S,$$

on voit que $\frac{127}{16} = \frac{7,9}{1}$, en sorte que 7^{gr},9 d'iode correspondent à 1^{gr} de soufre; donc 1^{cc} de la liqueur d'iode égale 0,001 de soufre.

» 3° *Liqueur d'amidon.* — Prendre 1^{gr} d'amidon de froment, le pulvériser dans un mortier et ajouter une petite quantité d'eau pour obtenir une bouillie claire, que l'on verse dans un vase de Bohême contenant 150^{cc} d'eau bouillante; laisser reposer et décanter le liquide clair.

» On doit préparer chaque jour une nouvelle liqueur d'amidon.

» 4° *Liqueur d'hyposulfite de soude* (1). — Dissoudre 10^{gr} d'hyposulfite dans l'eau, y ajouter 2^{gr} de carbonate d'ammoniaque et la quantité d'eau nécessaire pour faire un litre. Le carbonate d'ammoniaque augmente la stabilité de l'hyposulfite de soude.

» *Conclusions.* — Le procédé qui vient d'être décrit est d'une application très rapide; en trente minutes, au plus, on peut doser le soufre dans un échantillon de fer ou d'acier; pour la fonte, il faut prolonger l'attaque un peu plus longtemps pour être sûr qu'elle soit complète, ce dont on s'assure en changeant le premier flacon de Durand et en le remplaçant par un

---

(1) La liqueur d'iode et la liqueur d'hyposulfite seront conservées dans des flacons de verre jaune et à l'abri de la lumière.

Pour titrer la liqueur d'hyposulfite on opère comme suit :

Dans un flacon de Durand on verse 100^{cc} de liqueur de zinc acétique, 100^{cc} d'eau, 10^{cc} de liqueur d'iode et 2^{cc} de liqueur d'amidon. On ajoute de la liqueur d'hyposulfite au moyen d'une burette et l'on constate qu'il faut, par exemple, 15^{cc} d'hyposulfite pour obtenir la décoloration. Donc 15^{cc} d'hyposulfite correspondent à 0,079 d'iode ou 0,010 de soufre. Donc 1^{cc} d'hyposulfite correspond à $\frac{0,010}{15} = 0,000666$ de soufre. En sorte que si, en opérant sur 5^{gr} de métal, il a fallu, après avoir ajouté 10^{cc} de liqueur d'iode, verser avec la burette 11^{cc} de liqueur d'hyposulfite, on en déduit qu'il y a une quantité d'iode correspondant à $15 - 11 = 4^{cc}$ d'hyposulfite qui a réagi sur le soufre.

On a donc $\frac{(15-11)0,000\,666 \times 100}{5} = 0,053$ pour 100 de soufre.

nouveau flacon renfermant de la liqueur claire de zinc acétique. Si, dans le nouveau flacon de Durand, il se produit un précipité de sulfure de zinc, on le titre comme le premier.

» Enfin l'on peut, si l'on craint qu'il ne reste du soufre dans le résidu de l'attaque, recueillir ce résidu sur un filtre, laver, sécher, oxyder par le nitre et doser le soufre à l'état de sulfate de baryte.

» Dans les produits sidérurgiques ordinaires, on arrive facilement à dégager tout le soufre par une attaque aux acides étendus. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les chlorure, bromure, iodure et oxyde mercureux*. Note de M. **Raoul Varet.**

« J'ai complété mes recherches sur les sels de mercure en reprenant l'étude thermochimique des chlorure, bromure, iodure et oxyde mercureux. J'ai utilisé, pour mesurer la chaleur de formation de ces composés, les mêmes méthodes qui m'ont servi pour les sulfate, nitrate et acétate correspondants.

» *Chlorure mercureux* Hg^2Cl^2.

(1) $\begin{cases} Hg^2Cl^2 \text{ sol.} + 12{,}5\,KI \text{ diss.} \\ \quad = Hg \text{ liq.} + HgI^2 \text{ diss.} + 10{,}5\,KI \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots & +20^{Cal},04 \\ HgI^2 \text{ diss.} + 10{,}5\,KI \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots\ldots & +0^{Cal},05 \end{cases}$

» Sachant que dans les mêmes conditions la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) de 2KI diss. dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 diss. $30^{Cal},8$, et que celle de 2KCl dégage $202^{Cal},4$, on en conclut

Hg^2 liq. + Cl^2 gaz. = Hg^2Cl^2 sol., dégage .... $+62^{Cal},75$

(2) $\begin{cases} Hg^2Cl^2 \text{ sol.} + 12{,}5\,KI \text{ diss.} + 5I \text{ diss.} \\ \quad = 2HgI^2 \text{ diss.} + 10{,}5\,KI \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} + 3I \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots & +51{,}5 \\ 2HgI^2 \text{ diss.} + 10{,}5\,KI \text{ diss.} + 2KCl + 3I \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots & +0{,}15 \end{cases}$

» En utilisant les mêmes données auxiliaires que précédemment, et tenant compte de la chaleur de dissolution de I^2, soit $-0^{Cal},2$, on en conclut

Hg^2 liq. + Cl^2 gaz. = Hg^2Cl^2 sol., dégage .... $+62^{Cal},55$

(3) $\begin{cases} Hg^2(AzO^3)^2 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} \\ \quad = Hg^2Cl^2 \text{ précip.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots & +24{,}6 \end{cases}$

» Sachant que la formation de $2KAzO^3$ diss. dégage $221^{Cal},4$, on tire de là

Hg^2 liq. + Cl gaz. = Hg^2Cl^2 sol., dégage .... + $62^{Cal},6$

» J'adopterai comme moyenne générale, pour la formation du chlorure mercureux solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

Hg^2 liq. + Cl^2 gaz. = Hg^2Cl^2 sol., dégage .... + $62^{Cal},63$

» II. *Bromure mercureux* Hg^2Br^2.

(1) { Hg^2Br^2 solide + 12,5 KI dissous = Hg liq. + HgI^2 diss. + 2 KBr diss. + 10,5 KI diss., dégage .... + $12^{Cal},4$
HgI^2 diss. + 2 KBr diss. + 10,5 KI diss. .... + 0,2

» En admettant que la formation de 2 KBr diss. dégage + $180^{Cal},8$, on en déduit

Hg^2 liq. + Br^2 liq. = Hg^2Br^2 sol., dégage .... + $49^{Cal},0$

(2) { Hg^2Br^2 sol. + 12,5 KI diss. + 5 I diss. = 2 HgI^2 diss. + 10,5 KI diss. + 2 KBr diss. + 3 I diss .... $43^{Cal},2$
2 HgI^2 diss. + 10,5 KI diss. + 2 KBr diss. + 3 I diss. .... $0^{Cal},3$

On tire de là

Hg^2 liq. + Br^2 liq. = Hg^2Br^2 sol., dégage .... + $49^{Cal},1$

(3) { $Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 2 KBr diss. = Hg^2Br^2 précip. + 2 $KAzO^3$ diss. + AzO^3H diss .... + $32^{Cal},6$

On tire de là

Hg^2 liq. + Br^2 liq. = Hg^2Br^2 sol., dégage .... + $49^{Cal},0$

(4) Hg^2Br^2 sol. + Br^2 liq. = 2 $HgBr^2$ sol .... + $32^{Cal},1$

» Sachant que la formation de 2 $HgBr^2$ sol. dégage $81^{Cal},2$ on tire de là

Hg^2 liq. + Br^2 liq. = Hg^2Br^2 sol., dégage .... + $49^{Cal},1$

J'adopterai comme moyenne générale

Hg^2 liq. + Br^2 liq. = Hg^2Br^2 sol., dégage .... $49^{Cal},05$

nombre très concordant avec celui trouvé par Nernst, soit $49^{Cal},0$.

» III. *Iodure mercureux* Hg^2I^2.

(1) Hg^2I^2 jaune + 12,5 KI diss. = Hg^2 liq. + HgI^2 diss. + 12,5 KI diss. . + $1^{Cal},95$

» Sachant que la dissolution de HgI^2 rouge dans un excès de KI dégage $+ 5^{Cal},6$ on tire de là

Hg^2 liq. + I^2 sol. = Hg^2I^2 jaune sol., dégage .... $+28^{Cal},85$

(2) { Hg^2I^2 jaune sol. + 12,5 KI diss. + 5 I diss.
= 2 HgI^2 diss. + 12,5 KI diss. + 3 I diss. .... $+32^{Cal},95$

d'où l'on tire

Hg^2 liq. + I^2 sol. = Hg^2I^2 jaune sol., dégage .... $+28^{Cal},85$

(3) { $Hg^2(AzO^3)^2$ diss. + AzO^3H diss. + 2 KI diss.
= Hg^2I^2 jaune vert précip. + 2 $KAzO^3$ diss. + AzO^3 diss. ...... $+42^{Cal},95$

d'où l'on conclut

Hg^2 liq. + I^2 sol. = Hg^2I^2 sol. jaune vert, dégage .... $28^{Cal},55$

» On a donc

Hg^2 liq. + I^2 sol. = Hg^2I^2 sol. jaune amorphe, dégage .... $+28^{Cal},85$
Hg^2 liq. + I^2 sol. = Hg^2I^2 sol. vert jaune précip., dégage .... $+28^{Cal},55$

» IV. *Oxyde mercureux.* — Hg^2O.

(1) { Hg^2Cl^2 sol. + 2 KOH diss. = Hg^2O précip. + 2 KCl diss. + H^2O liq.,
absorbe .... $-3^{Cal},28$

d'où l'on conclut

Hg^2 liq. + O gaz = Hg^2O sol., dégage .... $+22^{Cal},15$

(2) { Hg^2SO^4 sol. + 2 KOH diss.
= Hg^2O précip. + 2 KSO^4 diss. + H^2O liq., dégage .... $+19^{Cal},96$

d'où l'on tire

Hg^2 liq. + O gaz = Hg^2O sol., dégage .... $+22^{Cal},16$

(3) { $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol. + 2 KOH diss.
= Hg^2O précip. + 2 $KC^2H^3O^2$ diss., dégage .... $+12^{Cal},7$

d'où l'on déduit

Hg^2 liq. + O gaz = Hg^2O sol. dégage .... $+22^{Cal},2$

» On obtient comme valeur moyenne

Hg^2 liq. + O gaz = Hg^2O sol. dégage .... $+22^{Cal},17$

» En résumé, on a pour la formation (à partir des éléments pris dans

leur état actuel) des chlorure, bromure, iodure et oxyde mercureux, les valeurs suivantes :

			Cal
Hg^2 liq. + Cl^2 gaz	=	Hg^2Cl^2 sol., dégage	+62,63
Hg^2 liq. + Br^2 liq.	=	Hg^2Br^2 sol.	+49,05
Hg^2 liq. + I^2 sol.	=	Hg^2I^2 sol. jaune amorphe	+28,85
Hg^2 liq. + I^2 sol.	=	Hg^2I^2 sol. jaune-vert amorphe	+28,55
Hg^2 liq. + O gaz	=	Hg^2O sol.	+22,17

» Hg^2I^2 jaune-vert amorphe, en devenant Hg^2I^2 jaune amorphe, dégage $+0^{Cal},3$. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'origine moléculaire des bandes d'absorption des sels de cobalt et de chrome.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. H. Moissan.

« I. Depuis que Herschel et plus spécialement Bunsen (1) ont montré que les solutions métalliques, surtout celles des terres rares, donnent des spectres d'absorption, d'autres auteurs, notamment Gladstone (2) et Vierordt (3) pour le cobalt et le chrome, se sont occupés de cette question. H.-W. Vogel (4) soutient, en 1878, que les sels solides et leur solution n'ont pas le même spectre. M. H. Becquerel (5) démontre dans son beau travail sur l'absorption des sels de didyme et d'uranium que l'hydratation joue un rôle très important dans ces phénomènes. Les spectres d'absorption des terres rares ont, jusqu'à ce jour, été plus particulièrement étudiés, car ils donnent, quel que soit l'acide contenu dans la solution, des spectres de bandes nettement définis, et c'est là le seul caractère qui permette d'ordinaire l'identification de terres fort difficiles à séparer. Encore s'est-on demandé si la réunion de plusieurs bandes ne caractérisait qu'un seul métal.

» Les spectres absorbés des solutions de cobalt et de chrome sont d'autant moins connus que ces métaux possèdent plus de modifications ou de combinaisons colorées. Il conviendrait de savoir s'il existe une relation

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXXVII.
(2) *Phil. Magaz.*, 1857. *Chem. Soc. Quart.*, t. XI.
(3) *Berichte Chem. Gesells.*, 1872.
(4) *Sitzungsberichte Ber. Akad.*
(5) *Ann. de Chim. et de Phys.* (6e série), t. XIV.

spectrale entre ces états, de définir exactement les bandes observées et de dire si ces bandes, aussi nettement caractérisées que celles des terres rares, *quand on sait choisir le milieu,* tirent leur origine de l'atome métallique même ou des groupements moléculaires qu'il forme.

» II. *Chrome.* — Une plage d'absorption très épaisse et floue allant de D à E a été signalée pour le chlorure de chrome, soit l'intervalle $\lambda = 589\text{-}527$. Mes expériences effectuées sur des colonnes de $0^{m},15$ de solution assez étendue pour laisser passer la lumière d'un bec à incandescence, montrent les faits suivants :

» Le sulfate, l'alun et l'azotate violets de chrome possèdent une bande d'absorption fine dans le rouge non loin de B. $\lambda = 678\text{-}670$ qui est caractéristique, et se voit toujours si la fente du spectromètre est convenablement serrée. En outre, on voit moins aisément une bande large $\lambda = 654\text{-}633$. Si à ces sels violets on ajoute un azotite, ils virent au rouge-lilas; un arséniate les rend complètement verts ainsi que je l'ai démontré autrefois. Les champs d'absorption spectrale changent naturellement dans ces nouvelles conditions, mais, malgré les apparences colorées, la raie caractéristique reste dans les deux cas : elle est seulement un peu déplacée vers le rouge $\lambda = 687\text{-}680$ au lieu de $\lambda = 678\text{-}670$. L'acide chromique concentré montre aussi cette bande 687-680.

» Par contre, sous la même épaisseur, le chlorure de chromyle anhydre, le chromate et le bichromate de potassium saturés, le sulfate roséochromique ne donnent aucune bande distincte. Dans les mêmes conditions, l'oxalate bleu de chrome et de potassium présente une très belle réaction spectrale. Au milieu d'un rectangle de lumière rouge, formant fenêtre claire entre les limites obscures 736 et 680, se détache en noir intense une bande $\lambda = 700\text{-}693$, occupant à peine deux divisions du micromètre. En ouvrant largement la fente, 700-693 s'affaiblit sur place, et l'on voit une ligne moins réfrangible encore $\lambda = 732\text{-}729$ (micromètre 45-46, la raie du sodium étant 100). J'ai compté, pour divers composés du chrome, des bandes fines et nettes aux divisions micrométriques 45-46, 54-56, 58-60, 61-64, 79-70 ($Na = 100$). Ce n'est donc pas l'atome de chrome qui devrait intervenir toujours et de la même façon, mais la molécule de combinaison, qu'elle soit violette, verte ou jaune, qui agit dans certains cas.

» III. *Cobalt.* — On a décrit des bandes d'absorption pour les composés bleus du cobalt; elles ne coïncident pas avec celles très nettement définies que j'ai observées dans les conditions qui vont être exposées.

» En opérant avec le dispositif décrit pour les sels de chrome, on con-

state aisément que le sulfate et le chlorure *rose* de cobalt ont une bande très nette 70-72 pour le sulfate, 65-75 pour le chlorure ($\lambda = 654$-650 et $\lambda = 667$-642). Ces bandes dépendent ainsi de la nature du sel quant à leur position et leur netteté; mais, pour une fente assez mince, il y en a toujours une dans un sel de cobalt rose ordinaire, à froid. Cette bande du rouge est la caractéristique des sels cobalteux exempts de terres rares et de chrome.

» Mais on sait que le chlorure de cobalt, rouge à froid, devient bleu à chaud en passant par les diverses nuances du violet. J'ai tenu à suivre *sans interruption* toutes les phases de ce virage, que facilite beaucoup la présence d'acide chlorhydrique. Dans ce but, on fait une solution aqueuse de chlorure de cobalt, assez pâle pour rester encore transparente quand elle deviendra bleue. On ajoute à cette solution une quantité suffisante d'acide chlorhydrique pour qu'elle soit en état de bleuir par une faible élévation de température, et redevenir d'un rose pur en refroidissant. On prépare ainsi un état d'équilibre réversible en fonction de la température, et le spectre pourra être observé sur le même échantillon un grand nombre de fois avant, pendant et après le changement d'état.

» Dans les conditions de mon expérience, à + 20, la solution *rose* était trop étendue pour laisser voir la bande des sels roses de cobalt. Le spectre de cette solution était donc clair et continu. Mais entre 66° et 67°, dans l'intervalle d'un degré de température, *naît tout à coup* la bande $\lambda = 655$-649, puis, en quelques secondes, se forment les lignes fines $\lambda = 628$ (forte) et $\lambda = 613$ (demi-forte) [1]. La température croissant, vers 80°-85°, une forte bande se développe entre 687 et 680, le liquide est tout à fait bleu pour l'œil; mais, même à l'ébullition, le liquide transmet toujours un rayon de lumière rouge entre 644 et 613. Il y a ainsi continuité; le spectre bleu des sels de cobalt, dans ces conditions, est le spectre des sels rouges augmenté de deux bandes. A 67°, ce groupe de trois lignes étroites, bien délimitées, est aussi caractéristique que celui des terres rares et se voit sur de minimes quantités de métal. L'apparition soudaine de deux raies supplémentaires, dès que la solution de cobalt devient bleue par une variation de température, prouve que l'atome de ce métal n'est pas, plus que celui de chrome, la raison de l'absorption. Un nouvel arrangement interne de la molécule est, dans le cas du cobalt et du chrome, la cause visible de ce phénomène. En effet, le refroidissement fait rapidement disparaître le spectre du cobalt qui vient d'être décrit.

---

(1) Pour des solutions chlorhydriques plus concentrées, la position des bandes varie.

» De ces faits, on peut conclure :

» 1° Que les sels de chrome et les sels rouges de cobalt possèdent, à la façon des terres rares et des sels d'uranium, de fines bandes spectrales ;

» 2° Que les spectres de ces métaux, tout au moins, sont des spectres de molécules, à la façon de ceux fournis par les matières organiques telles que les chlorophylles ;

» 3° L'hypothèse d'après laquelle, à chaque bande du spectre d'une terre rare, correspondrait un élément, n'est pas nécessairement vraie, d'après l'exemple du cobalt ;

» 4° Les bandes peuvent se déplacer notablement ou cesser d'exister pour un même élément, selon la nature des molécules en dissolution ou du composé observé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les modifications moléculaires du glucose.* Note de M. C. Tanret.

« On sait depuis Dubrunfaut que le glucose cristallisé dissous dans l'eau, puis examiné immédiatement au polarimètre, donne un pouvoir rotatoire qui est environ le double de ce qu'il devient définitivement après plusieurs heures à la température ordinaire ou seulement après quelques minutes d'ébullition. Le pouvoir rotatoire tombe ainsi de $a_D = +106°$ à $a_D = +52°,5$ (rapporté à $C^6H^{12}O^6$). Or si l'on évapore la solution du glucose ainsi modifié on a un résidu amorphe et hygrométrique qui, redissous dans l'eau froide, possède de suite, pour ne plus varier, le pouvoir $a_D = +52°,5$.

» En appliquant au glucose les vues que j'ai récemment exposées sur *l'état amorphe des corps fondus* (¹), j'ai réussi à obtenir cristallisée la modification du glucose à pouvoir rotatoire devenu constant ainsi qu'à en produire une nouvelle moins dextrogyre ($a_D = +22°,50$) que l'eau transforme en la précédente ($a_D = +52°,5$); et comme la solution de celle-ci, concentrée et amenée à cristalliser à froid, redonne le glucose $a_D + 106°$, il se trouve qu'on peut ainsi passer à volonté de l'une à l'autre des trois modifications. Pour plus de clarté, j'appellerai glucose α le glucose ordinaire, celui qui, cristallisé, donne immédiatement le pouvoir rotatoire le plus élevé $a_D = +106°$; glucose β, le glucose à pouvoir rotatoire constant $a_D = +52°,5$; et glucose γ, celui qui donne immédiatement le pouvoir le plus faible $a_D = +22°,50$.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 630.

» *Glucose* α. — C'est à cet état que le glucose cristallise toujours à froid dans l'eau et dans certaines conditions seulement dans l'alcool. En solution aqueuse il se transforme complètement en glucose β, en quelques minutes à l'ébullition, en 7 à 8 heures à 15° et en plus de 30 heures à 0°, mais instantanément à froid par une addition de $\frac{1}{100}$ de potasse. En solution alcoolique, où elle paraît être limitée par le titre de l'alcool, la transformation est moins rapide et moins complète : à la température ordinaire elle exige plusieurs heures avec l'alcool à 60° et s'arrête quand le sucre marque $a_D = +55°$, tandis que dans l'alcool absolu elle n'atteint, après plusieurs heures d'ébullition, que les $\frac{9}{10}$ du glucose dissous ($a_D = +58°$).

» Il suit de là que les solubilités dans l'eau ou l'alcool à divers titres qu'on a assignées au glucose ordinaire ne sont pas les siennes propres, mais celles du glucose β ou de mélanges des deux glucoses.

» *Glucose* β. — Ce glucose peut s'obtenir cristallisé soit à chaud, soit à froid. Dans le premier cas il suffit de maintenir au bain-marie bouillant, et en l'agitant sans cesse, une solution concentrée de glucose bien pur. Quand il ne reste plus guère qu'un dixième d'eau, la cristallisation commence : le sirop se trouble, s'épaissit en consistance de miel grenu, et enfin se change en une masse friable qu'on achève de dessécher complètement en la portant aussitôt à l'étuve chauffée à 98°.

» On peut encore fondre du glucose ordinaire anhydre, et quand il s'est refroidi à 100° et est encore pâteux, y incorporer un peu du précédent. On porte à 95°-98° et le glucose β ne tarde pas à cristalliser.

» Pour l'avoir cristallisé à froid, on dissout le produit obtenu à chaud dans son poids d'eau froide, et à cette solution on ajoute peu à peu une grande quantité d'alcool absolu refroidi à 0°. En battant vivement le mélange avec une baguette de verre on provoque la cristallisation rapide du glucose β avant qu'il ait eu le temps de se transformer partiellement en glucose α, et, en vingt à trente minutes, il se précipite en cristaux microscopiques anhydres. On les essore à la trompe et on les dessèche sur l'acide sulfurique, puis à 105° pour chasser les dernières traces d'alcool.

» Le glucose β se dissout rapidement à 19° dans moitié de son poids d'eau, mais, au bout d'une heure, cette solution, qui est sursaturée, commence à cristalliser et à déposer du glucose α. Cette transformation du glucose β en glucose α s'accomplit de même en présence d'une quantité d'eau insuffisante pour le tenir en dissolution, lentement à froid, très rapidement à chaud.

» Le glucose β en solution alcoolique non sursaturée subit aussi une

transformation partielle en glucose α, limitée par un même état d'équilibre. A 19° il se dissout dans 1,5 partie d'alcool à 60°; 24 parties d'alcool à 90°; 62 parties d'alcool à 95°; 140 parties d'alcool à 99°,4; et à l'ébullition, dans 7 parties d'alcool à 95° et 30 parties d'alcool à 99°,4.

» *Glucose* γ. — Ce glucose se produit en petite quantité quand on chauffe quelque temps à 100° le glucose amorphe (obtenu par fusion ou évaporation); mais la température la plus favorable pour sa formation est voisine de 110°. Bien qu'il cristallise spontanément quand on y maintient plusieurs heures du glucose anhydre fondu, il est cependant préférable, pour l'obtenir en certaine quantité, de porter à l'étuve chauffée à 110° une solution déjà très concentrée de glucose étalée sur des assiettes (qu'il est avantageux d'ensemencer avec des cristaux obtenus dans une opération précédente) et de l'y laisser jusqu'à ce qu'elle soit complètement desséchée, ce qui demande de sept à huit heures. On a ainsi, le plus souvent, un mélange de glucoses γ et β, qu'on sépare l'un de l'autre en mettant à profit la moindre solubilité dans l'alcool fort du glucose γ. On dissout donc le produit brut dans son poids d'eau froide, on décolore avec un peu de noir et après avoir filtré la solution (tout cela fait aussi vite que possible) on y ajoute assez d'alcool absolu pour avoir finalement de l'alcool à 90° ou 95°, selon la teneur en glucose γ donnée par un examen polarimétrique préalable, et l'on bat vivement le mélange avec une baguette de verre. Au bout d'un quart d'heure, le glucose β se dépose en cristaux microscopiques qu'on essore à la trompe et qu'on dessèche sur l'acide sulfurique, puis à 105°. On répète généralement ce traitement une ou deux fois jusqu'à ce que le pouvoir rotatoire du glucose γ cesse de baisser; il est alors $a_D = +22°,5$.

» Le glucose γ se transforme complètement dans l'eau en glucose β dans les mêmes conditions que le glucose α, et son pouvoir rotatoire met à monter à $a_D = +52°,5$ à peu près le même temps que celui du glucose α à y descendre. Sa dissolution dans les trois quarts de son poids d'eau à 19° est immédiate. L'action de l'alcool est aussi la même, de sorte que si l'on chauffe suffisamment des solutions au même titre alcoolique des trois glucoses, elles finissent par avoir le même pouvoir rotatoire. La solubilité, approchée seulement pour cette raison, du glucose γ dans l'alcool froid à divers titres est moitié de celle du glucose β.

» J'ajouterai que la cryoscopie a donné pour les trois glucoses le même poids moléculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de chlorure de carbone comme agent de séparation du méthylène de l'alcool éthylique;* par M. **Maxime Cari-Mantrand.**

« Le procédé est basé sur la solubilité dans le tétrachlorure de carbone (CCl^4) des impuretés pyrogénées des méthylènes commerciaux (acétate de méthyle, méthylacétal, aldéhyde, méthylamine, phénols, etc.), et sur la séparation de l'acétone et de l'alcool méthylique mélangés à l'alcool vinique, par une distillation en présence d'un chlorure alcalin en dissolution.

» Voici le mode opératoire qu'il convient de suivre.

» On mélange l'alcool dénaturé à un quart de son volume de chlorure de carbone et, après dissolution, on ajoute un excès d'eau salée saturée de façon à insolubiliser le chlorure, environ deux fois et demie le volume primitif. On agite énergiquement le mélange à plusieurs reprises, et on laisse déposer. Les impuretés pyrogénées du méthylène passent dans le chlorure de carbone qui retient également la benzine lourde et les huiles essentielles qui accompagnent les alcools mauvais goût employés à la dénaturation, tandis que l'acétone et l'alcool méthylique restent en dissolution avec l'alcool vinique dans l'eau salée. On décante le chlorure de carbone à l'aide d'un entonnoir à robinet. La solution alcoolique salée est filtrée sur un filtre mouillé afin de retenir les gouttelettes de chlorure entraîné et l'on procède à la distillation en ayant soin d'étendre le liquide d'une quantité suffisante d'eau pure, de façon à amener la solution à peser 25° environ à l'alcoomètre.

» L'appareil distillatoire dont je me sers est un petit rectificateur de laboratoire exactement construit sur le modèle des appareils industriels. Sa colonne possède un nombre suffisant de plateaux pour obtenir en premier jet de l'alcool à 96°,5-97°. En présence du chlorure de sodium, les produits volatils qui constituent les impuretés de tête gagnent rapidement le haut de la colonne, s'analysent au condenseur, refluent au dernier plateau où elles s'enrichissent en degré. On conduit l'opération de façon à ne laisser arriver au réfrigérant que des liquides alcooliques très riches, ce dont on s'assure aisément à l'aide d'un thermomètre placé entre le condensateur et le réfrigérant. Si, à ce moment, on recueille à part toute la portion du liquide qui distille au-dessous de 78°, on aura, à partir de cette température, de l'alcool vinique parfaitement pur, exempt de toute trace d'impuretés pyrogénées, ainsi que l'indique le Tableau suivant :

» L'essai a été pratiqué sur un litre d'alcool dénaturé renfermant

3,5 pour 100 d'acétone avec la quantité prescrite de benzine lourde et de vert malachite. L'alcool qui a servi à la dénaturation renfermait 1,85 pour 100 d'huiles essentielles.

Numéros des échantillons.	Point d'ébullition.	Degré alcoolique a + 15.	Volume.	Acétone pour 100 en volume.	Alcool méthylique.
		°	cc		
1...	+70°-75°	97	90	29	65 °/₀ environ
2...	+75°-76°	96,5	90	5	forte proportion
3...	+76°	96	100	néant	petite quantité
4...	+76°,5-77°	96	100	»	traces
5...	+77°,5-78°	95,5	100	»	néant
6...	+78°	95,5	200	»	»
7...	+78°,5	95	90	»	»
8...	+79°	94	90	»	»
		Total...	860	3,4	

» A partir de l'échantillon n° 3, l'alcool pourrait être livré à la consommation malgré la présence d'une petite quantité d'alcool méthylique qu'il renferme encore, mais qui n'altère pas sensiblement son goût. A partir du n° 5, l'alcool est parfaitement pur, aussi bien aux réactifs qu'à la dégustation.

» Le chlorure de carbone qui a servi à la purification de l'alcool dénaturé peut être facilement débarrassé des impuretés qu'il renferme sans qu'il soit nécessaire de le distiller. Il suffit pour cela de l'agiter à deux ou trois reprises avec une quantité convenable d'acide sulfurique à 66°, et de le laver ensuite à l'eau pure. La solution de sel marin (résidu de la distillation) est mise à refroidir. Son degré de concentration est suffisant pour l'employer à une nouvelle opération; en sorte que dans ce procédé, une quantité donnée de réactifs peut servir à une foule d'expériences.

» *Remarque.* — Il me semble inutile d'insister davantage sur le peu de garantie qu'offre désormais, pour l'État, la dénaturation au méthylène. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un pigment brun dans les élytres de* Curculio cupreus. Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déterminé la composition chimique d'un pigment brun dans les élytres de la calandre cuivrée. On traitait d'abord les élytres par l'alcool

bouillant et l'éther : le pigment est soluble dans ces réactifs. La solution filtrée est évaporée à sec. Le résidu est dissous dans l'alcool, et la solution est encore évaporée à sec.

» Cette opération est répétée plusieurs fois. Le pigment brun est une substance amorphe. Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

Substance employée	0^{gr},32505
CO^2	0,96705
H^2O	0,16875
Substance employée	0^{gr},1452
Volume d'azote	8^{cc},4
Pression barométrique	756^{mm}
Température	18°

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $C^{15}H^{13}AzO$.
Carbone	81,13	»	80,72
Hydrogène	5,77	»	5,83
Azote	»	6,24	6,27
Oxygène	»	»	7,18

» Ces résultats répondent à la formule $C^{15}H^{13}AzO$.

» Ce pigment est dissous dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. Dans l'état isolé ce pigment est peu à peu décoloré par la lumière; et les solutions de ce pigment ne donnent pas au spectroscope de bandes caractéristiques d'absorption. Je lui ai donné provisoirement le nom de *cupréine*. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'aération du sol dans les promenades et plantations de Paris*. Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

« Dans une précédente Communication sur la maladie des Ailantes, j'exprimais l'idée que le défaut d'aération du sol est un des facteurs du dépérissement des arbres dans les villes. Le crédit que le Conseil municipal de Paris a bien voulu m'accorder m'a permis d'entreprendre sur ce sujet, négligé jusqu'ici (1), une série de recherches.

(1) Il n'a été publié, à ma connaissance, sur l'atmosphère du sol, que les recherches de Boussingault et Lévy (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série; 1853), et celles de M. Th. Schlœsing et fils (*Comptes rendus*, 1889).

» L'appareil que j'ai fait construire pour l'extraction des gaz du sol se compose d'un pal en acier, d'une longueur de $1^m,15$ à $1^m,20$, pointu à l'une de ses extrémités, et traversé dans toute sa longueur par une cavité cylindrique exactement calibrée, dans laquelle pénètre, à frottement, une tige en acier qui fait corps avec le pal, au moyen d'un écrou; l'extrémité de cette tige, dépasse un peu l'extrémité du pal.

» Quand cet instrument a été enfoncé dans le sol à une profondeur convenable, on dévisse l'écrou et l'on retire la tige en acier par glissement dans la cavité cylindrique, où elle forme piston; un peu avant de la sortir entièrement, on intercepte au moyen d'un robinet la communication avec l'air extérieur. Il ne reste plus qu'à extraire, avec les précautions d'usage, au moyen d'une pompe qui tient le vide, une partie de l'air pour le transvaser, sous le mercure, dans des éprouvettes. A l'aide de cet appareil, j'ai pu étudier les variations de l'atmosphère dans les sols les plus divers; la saison n'est pas assez avancée pour me permettre de formuler maintenant des conclusions générales.

» Je me bornerai, dans cette Note, à montrer l'intérêt pratique de l'analyse du sol pour deux essences différentes : les Ailantes et les Ormes.

» Les Ailantes présentent, en certains points de Paris, un dépérissement marqué. J'ai examiné l'atmosphère du sol dans les plantations où l'épanouissement des bourgeons a eu lieu normalement et celles où ce phénomène ne s'est pas encore produit. Les prises de gaz ont toutes été effectuées à $0^m,75$ ou $0^m,80$ du pied des arbres.

» Voici les résultats de ces observations :

I. — *Ailantes dont les bourgeons sont en voie d'épanouissement.*

			Profondeur.	CO^2.	O.	Résidu.
Obs. 51.	Sol bitumé, prise dans la grille.	Boulevard Contrescarpe. 3 mai.	$0^m,50$	0,89	19,82	79,29
			0,85	0,61	20,01	79,38
Obs. 52.	Id.	Id.	0,50	0,35	20,30	79,35
			0,90	0,88	19,89	79,23
Obs. 66.	Id.	Boulev. du Temple, n° 35. 8 mai.	0,52	1,12	19,27	79,61
			0,90	1,23	19,08	79,69
Obs. 53.	Sol tassé non bitumé.	Boulevard Bourdon. 2 mai.	0,50	1,69	19,28	79,03
			0,90	1,31	19,24	79,45
Obs. 76.	Id.	Boulevard Montparnasse. nos 97-99.	0,55	1,66	18,62	79,72
			0,95	1,91	18,43	79,66
Obs. 68.	Id.	Id., n° 129.	0,50	1,73	19,13	79,14
			0,90	2,00	18,78	79,22
Obs. 79.	Id.	Jardin du Luxembourg. 10 mai.	0,50	2,45	18,77	78,73
			0,75	3,43	17,86	78,71

II. — *Ailantes dont les bourgeons ne sont pas épanouis.*

			Profondeur.	CO^2.	O.	Résidu.
Obs. 71.	Sol tassé, non bitumé.	Boulevard Montparnasse, nº 107, 9 mai.	0,50 0,90	4,30 3,89	13,44 13,72	82,26 82,39
Obs. 75.	»	Id., nº 123, 10 mai.	0,75	5,33	15,92	78,75
Obs. 70.	»	Id., nºs 121-123, 9 mai.	0,50 0,90	10,39 12,80	9,40 6,14	80,21 81,06
Obs. 73.	»	Id., nºs 121-123, 10 mai.	0,85	11,12	8,52	80,36
Obs. 74.	»	Id., nº 123, 10 mai.	0,50 0,60	24,84 16,01	3,16 4,41	72,00 79,28
Obs. 77.	»	Id., nºs 118-120, 10 mai.	0,55 0,90	5,39 5,15	15,75 15,85	78,86 79,00
Obs. 78.	»	Id., nº 125, 10 mai.	0,75	5,35	14,27	80,38

» On voit que les arbres sains, dont les bourgeons éclosent normalement, végètent dans un sol bien aéré et pauvre en acide carbonique. Au contraire les Ailantes, qui offrent un retard dans l'épanouissement des bourgeons, sont dans un sol riche en acide carbonique et très pauvre en oxygène; ils sont donc exposés à périr par l'asphyxie des racines.

» J'ai observé un phénomène analogue pour certains Ormes du boulevard du Palais.

III. — *Ormes à feuillaison normale du* 15 *au* 20 *avril.*

Nºs d'observation.		Profondeur.	CO^2.	O.	Résidu.
Obs. 41.....	Rue de Lutèce. 25 avril.	0,50 0,90	0,78 0,67	20,05 19,82	79,17 79,51
Obs. 45.....	Rue de Médicis. 29 avril.	0,50	2,12	18,40	79,48
Obs. 61.....	Boulevard du Palais, nºs pairs. 6 mai.	0,50 0,90	1,68 1,05	18,56 19,01	79,76 79,94
Obs. 63.....	Boulevard Sébastopol, nºs 131. 8 mai.	0,55 0,90	1,23 1,52	19,39 19,33	79,38 79,15
Obs. 62.....	Boulevard Sébastopol, nº 32.	0,50	1,12	18,85	80,03
Obs. 61.....	Boulevard du Palais, en face la tour de l'Horloge.	0,50 0,90	1,38 1,33	17,86 18,24	80,76 80,43

IV. — *Ormes à feuillaison très tardive* (*en retard de quinze ou vingt jours*).

		Profondeur.	CO^2.	O.	Résidu.
Obs. 35.....	Boulevard du Palais.	0,60	2,73	15,02	82,25
	19 avril.	0,90	4,72	6,26	89,02
Obs. 39.....	Id., le même arbre.	0,50	5,60	14,87	79,53
	25 avril.	0,90	5,81	11,00	83,19
Obs. 38.....	Boulevard du Palais.	0,50	3,23	16,15	80,62
	25 avril.	0,90	1,71	17,47	81,82
Obs. 57.....	Boulevard du Palais.	0,50	2,83	17,72	79,45
	n° 2, 3 mai.	0,85	4,62	13,79	81,59

» On voit que les Ormes à feuillaison normale végètent dans un sol bien aéré; les Ormes qui ont accusé un retard notable dans la feuillaison végètent dans un sol surtout appauvri en oxygène. J'ai recherché, dans le résidu non absorbable, la présence de gaz combustibles, au moyen du grisoumètre; les taux d'oxygène et d'acide carbonique n'ont pas changé; par suite, les infiltrations de gaz d'éclairage ne peuvent être, dans la circonstance présente, incriminées.

» La cause de ces altérations sera prochainement élucidée. On peut cependant remarquer qu'au boulevard du Palais l'augmentation du résidu gazeux et la disparition de l'oxygène (obs. n° 15) indiquent une action réductrice plus ou moins énergique à laquelle les sulfures, si répandus dans le sol parisien, ne sont pas étrangers. D'autre part, la diminution du résidu et l'augmentation considérable de l'acide carbonique (obs. n° 74, boulevard Montparnasse) tendraient à montrer que des fermentations énergiques se produisent en ces points. En attendant le résultat des observations ultérieures, j'ai voulu montrer que l'analyse des gaz du sol, en nous indiquant les variations de l'atmosphère qui entoure les racines, nous permet d'en rechercher les causes et de prendre les mesures propres à les faire disparaître. »

GÉOLOGIE. — *Existence de nombreux cristaux de feldspath orthose dans la craie du bassin de Paris. Preuves de leur genèse in situ.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Fouqué.

« Mon attention a été appelée, tout au début de mes études micrographiques de la craie, sur l'existence, à plusieurs niveaux des terrains

crayeux du Nord, de cristaux d'orthose, remarquables par leur merveilleux état de conservation. J'ai mentionné leur présence, à différentes reprises, dans des Notes préliminaires publiées dans les *Annales de la Société géologique du Nord*, en 1890 et 1891.

» Ayant à faire le départ des minéraux de transport et de ceux qui ont pris naissance dans la craie même, j'ai été amené, dans mes premiers travaux, à ranger les cristaux d'orthose dans le premier groupe. L'incompatibilité de plusieurs caractères qu'ils présentent avec une origine clastique ne m'avait pas échappé, mais comme je manquais d'arguments décisifs pour établir leur nature authigène, j'ai trouvé préférable de les considérer provisoirement comme clastiques.

» L'étude détaillée d'échantillons de craie, originaires de différents points du Bassin de Paris, et appartenant à toutes les assises du Turonien et du Sénonien, m'a permis de réunir un certain nombre de faits qui prouvent que *l'orthose s'est formée in situ*.

» *Description des cristaux et diagnostic de l'orthose.* — Les cristaux que je rapporte à l'orthose sont tabulaires. La face d'aplatissement est tantôt p (001), tantôt g^1 (010). Les individus aplatis suivant p (001) présentent ou non un allongement qui peut être très marqué, suivant la zone négative pg^1 (001) (010). Les cristaux avec aplatissement g^1 (010) ont deux directions d'allongement : pg^1 (001) (010) négatif ou $h^1 g^1$ (100) (010) positif.

» Les clivages p (001) et g^1 (010) sont rares. Les macles font absolument défaut.

» Les dimensions de ces cristaux sont très faibles; elles varient de quelques centièmes à $\frac{1}{10}$ de millimètre.

» Parmi les propriétés que les faces p (001) et g^1 (010) présentent, tant en lumière polarisée parallèle qu'en lumière convergente, toutes celles que l'on peut observer avec précision se retrouvent dans l'orthose [1].

» L'application, assez délicate dans l'espèce, de la méthode Boricky, pour le diagnostic microchimique des feldspaths, m'a montré que quelques cristaux, mis en présence de l'acide hydrofluosilicique, donnent la réaction caractéristique de la potasse (cristaux cubiques d'hydrofluosilicate de potasse).

» Les cristaux d'orthose se signalent tout spécialement à l'attention par leur fraîcheur remarquable, la perfection de la forme et l'absence de toute trace d'usure ou d'altération.

---

[1] M. Michel Lévy, directeur du Service de la Carte géologique de la France, a bien voulu examiner plusieurs cristaux et vérifier les quelques données optiques qui m'avaient conduit à rapporter ces cristaux à l'orthose. Je suis heureux de lui en témoigner ma reconnaissance.

» *Arguments en faveur de l'origine* in situ. — L'origine, sur place, de l'orthose de la craie est démontrée par les observations suivantes :

» 1° L'orthose des terrains schisto-cristallins et cristallins qui ont été l'origine première des éléments clastiques de la craie est différente de l'orthose décrite plus haut.

» 2° Les particules minérales qui forment le cortège ordinaire de l'orthose portent toutes l'empreinte d'actions mécaniques. La présence d'orthose très fraîche, à côté du quartz dépoli, de cristaux de zircon, de tourmaline et de rutile brisés et roulés, permet d'affirmer que l'histoire de ces deux catégories de minéraux n'est pas la même, et que l'origine de l'orthose est postérieure à la manifestation des phénomènes de transport qui ont affecté les autres minéraux.

» 3° D'autres feldspaths accompagnent parfois l'orthose. Ils sont toujours très rares. Je citerai notamment le microcline. Leurs conditions de conservation diffèrent de celles de l'orthose. Ils sont, sans exception, privés de contours cristallins et en voie de kaolinisation.

» 4° Les éléments du résidu clastique de la craie n'ont pas tous été empruntés directement aux roches schisto-cristallines et cristallines. Il en est qui ont fait partie de dépôts sédimentaires avant d'être incorporés à la craie. C'est ainsi qu'on trouve fréquemment, avec les particules minérales isolées, des agrégats de grains de quartz qui ne sont autres que des fragments de quartzite. Ces agrégats contiennent parfois un très grand nombre de particules de quartz juxtaposées, comme elles l'étaient dans la roche dont elles dérivent. Aucun élément d'orthose ne s'y rencontre. Les cristaux d'orthose ont donc une origine différente de celle des grains de quartz qui forment la plus grande partie du résidu clastique.

» 5° La forme des cristaux d'orthose reste partout la même, quelle que soit l'assise de craie considérée. Cette constance de la forme, à la fois dans le temps et dans l'espace, ne peut s'expliquer que si l'origine de ces cristaux est *une*. Cette unité ne saurait être réalisée dans le cas de l'hypothèse clastique.

» 6° L'ordre de fréquence des minéraux de transport est toujours le même, à part quelques variations sans importance. L'orthose n'obéit nullement à cette loi. Si l'on considère, par exemple, la série des terrains de craie du Nord, voici ce que l'on observe : L'orthose reste un élément rare ou accessoire dans le Turonien, alors que les minéraux clastiques constituent une importante fraction du sédiment. Elle se multiplie très rapide-

ment à la base du Sénonien et le nombre de ses cristaux augmente au fur et à mesure que le résidu clastique diminue. Plus haut, elle représente presque la moitié du résidu minéral. La production de l'orthose de la craie est donc régie par une autre loi que celle qui préside à la distribution et à l'accumulation des minéraux de transport.

» Il y a une relation manifeste entre l'abondance de l'orthose et la rareté ou l'absence de la glauconie. C'est un fait que j'ai maintes fois observé, que la fréquence de la glauconie dans la craie entraîne la rareté de l'orthose et réciproquement. Ce balancement dans la production des deux minéraux s'explique par le fait que les principes chimiques qui entrent dans la composition de l'orthose font partie intégrante de la glauconie. Un tel rapport entre les deux substances semble impliquer une communauté d'origine, c'est-à-dire que l'orthose est authigène comme la glauconie.

» Les faits que je viens de passer en revue très rapidement établissent que l'orthose occupe une place tout à fait à part parmi les minéraux de la craie. Ils contribuent tous à démontrer qu'elle s'est formée *in situ*. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gypses des environs de Serres (Hautes-Alpes) et de Nyons (Drôme).* Note de M. **Victor Paquier** (1), présentée par M. Fouqué.

« Sur la rive droite de la Durance, à Montrond et Lazer (Hautes-Alpes), et près de Nyons (Drôme), à Condorcet et à Montaulieu, affleurent des gypses et des cargneules qui paraissent au premier abord intimement liés aux dépôts jurassiques.

» En 1875, Ch. Lory, dans une Note (2), publia une coupe qui les représentait régulièrement interstratifiés dans le Callovien et cette interprétation fut ensuite admise par M. Haug (3). Depuis, la tendance générale a été d'y voir du Trias affleurant au centre d'anticlinaux étirés.

» Les recherches que j'ai entreprises à ce sujet m'ont montré qu'en réalité aucune de ces deux hypothèses ne pouvait subsister en présence des singulières conditions de gisement de ces gypses et de leur cortège.

» A Montrond, près Serres, sur le flanc nord de la colline qui supporte la tour ruinée, on voit très nettement les calcaires bajociens et bathoniens

---

(1) Note rédigée au laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. III, p. 17-22.

(3) *Les Chaînes subalpines entre Gap et Digne*, p. 97.

peu inclinés, coupés par une faille. *Contre leur tranche* s'appuient des cargneules auxquelles succède le gypse décrit par Lory. La *brèche de faille* passe elle-même aux cargneules qui contiennent des débris incomplètement transformés de calcaire du Jurassique moyen et supérieur. Au gypse sont associés 2^m de cailloutis et de sables grossiers, formés en grande partie d'éléments du Jurassique supérieur et montrant quelques cristaux de gypse; il semble naturel de voir dans ces derniers dépôts le résultat d'un remplissage postérieur.

» Contre la masse du gypse butte le Callovien presque horizontal, d'où il résulte qu'en ce point il est impossible de croire à une intercalation des roches en litige dans ce dernier terrain. Plus à l'est, là où Lory avait figuré du Callovien et de l'Oxfordien régulièrement inclinés, on rencontre, au contraire, une série de lambeaux de Jurassique moyen et supérieur étirés et isolés par un *réseau de failles*. Non loin de là, de nouveaux affleurements de gypse et de cargneules se placent dans le prolongement de *filons* nettement observables à la sortie du tunnel et offrant une brèche parfois altérée, riche en quartz et en phyllites, de constitution tout à fait semblable à celle des cargneules.

» A Condorcet, contre les calcaires bathoniens ou calloviens inférieurs parcourus par de nombreux filons, se montre du gypse auquel succèdent, à l'est, des cargneules qui constituent la salbande d'un *filon de Célestine* renfermant parfois des minéraux sulfurés (blende, galène).

» Une association tout à fait semblable se retrouverait au col de Condorcet, à Saint-Pont, où le gypse apparaît au milieu du Callovien flanqué de cargneules et d'un filon de célestine et de calcite.

» Là encore les strates du Callovien plongeant en sens inverse, de part et d'autre (¹) de ce pointement, on ne peut songer à y voir une intercalation normale.

» L'étude de la prolongation sud de l'anticlinal de Condorcet, qui se montre alors profondément bouleversé, est très instructive à cet égard.

» Sur la rive gauche de l'Eygues, à 800^m en amont des Piles, le Berriasien succède brusquement au Callovien. Ses couches verticales en ce point sont fendillées, ocreuses, et cette altération s'accentue à quelques mètres plus loin, dans le Tithonique, *dont*

(¹) MM. Kilian et Lienhardt, qui ont également exploré cette région pour l'établissement de la Carte géologique détaillée, ont reconnu, de leur côté, l'existence de dislocations très nettes affectant le Jurassique moyen de cette région. (*Bull. serv. Carte géol.*, t. VII, n° 44, p. 128).

quelques-uns des bancs passent avec la dernière netteté à des cargneules. Vers l'est, les assises du Berriasien et surtout du Valanginien, avec *Aptychus Didayi* Coq., sont aussi fort altérées et presque méconnaissables; elles sont jaunâtres, ocreuses et pulvérulentes. En continuant vers le sud, à 1^{km} environ, on voit le Cénomanien et peut-être aussi l'Éocène moyen, qui affleurent dans des synclinaux d'allure très tourmentée, montrer des traces évidentes d'altération.

» On peut résumer ces observations en disant qu'*en aucun de ces points le gypse n'est régulièrement intercalé dans les couches sédimentaires, et que tous les terrains, depuis le Bajocien jusqu'au Cénomanien et peut-être aussi l'Éocène moyen, sont susceptibles de donner par places naissance à des cargneules.*

» De l'ensemble de ces faits on peut, semble-t-il, tirer les conclusions suivantes : les gypses et les cargneules, qui parfois se montrent seuls, ne sont pas interstratifiés dans le Callovien et ne peuvent avoir été déposés à cette époque et par des lagunes, puisque dans ces cargneules on rencontre fréquemment des débris de Jurassique supérieur (Tithonique, etc.) et de Néocomien. De plus, il est à remarquer que la présence de ces dépôts étant subordonnée d'une façon absolue à des dislocations intenses, il en faudrait conclure que les plissements se sont produits rigoureusement aux mêmes emplacements que les lagunes calloviennes, ce qui semble au moins étrange.

» Ces formations ne peuvent être davantage rapportées au Trias supérieur dont elles diffèrent totalement. Les gypses se présentent en masses lamelleuses, souvent en cristaux isolés, et n'ont pas du tout l'aspect saccharoïde de gypses triasiques, enfin l'on n'y voit jamais le moindre vestige des argiles vertes ou rouges si caractéristiques du Keuper. D'ailleurs, le seul fait de la présence de Jurassique et de Néocomien dans les cargneules oblige à repousser complètement cette interprétation.

» Si l'on prend maintenant en considération l'indépendance du gypse et des cargneules par rapport aux couches qui les environnent, *leur présence strictement limitée aux champs de fracture* et enfin l'altération considérable qui, en ces lieux, atteint tous les terrains, on arrive à concevoir les cargneules comme le résultat de modifications exercées par des agents hydrothermaux, le long de diaclases, sur des remplissages de failles et parfois aussi sur les couches avoisinantes.

» Ainsi s'expliquerait la nature polygénique de ces cargneules et leur remarquable analogie avec certaines brèches de filons.

» Quant au gypse, quoique n'étant le produit de lagunes ni triasiques ni jurassiques, son origine est plus délicate à préciser.

» Certaines de ses parties sont très riches en pyrite plus ou moins altérée, ce qui pourrait faire croire à sa genèse aux dépens de calcaires attaqués par les produits de décomposition de ces sulfures. Cependant cette cause, au moins insuffisante, semble devoir être réservée aux cristaux isolés dans les marnes et les cargneules, et l'on pourrait plutôt voir, dans la plupart au moins de ces masses de gypse, le produit de l'hydratation et du *déplacement du sulfate de chaux de l'anhydrite triasique par les eaux souterraines* (¹).

» Le sulfate de chaux du Keuper étant en profondeur généralement à l'état d'*anhydrite*, on peut concevoir que les eaux circulant dans ces diaclases aient pu, par leur passage sur le Trias, se sursaturer de sulfate de chaux qu'elles auraient abandonné à l'état de gypse en présence du calcaire.

» Dans cette hypothèse, les *sources salées* de Saléon, de Lazer et de Condorcet ne seraient qu'un dernier écho des phénomènes qui ont donné naissance au singulier complexe sur lequel je désirais présenter ces remarques (²), et que je compte décrire prochainement dans tous ses détails. »

GÉOLOGIE. — *Sur le miocène des environs de Bourgoin et de la Tour-du-Pin.* Note de M. **Henri Douxami**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Quoique ayant été l'objet de très remarquables travaux, le miocène supérieur des environs de Bourgoin est encore mal connu. Pour Lory (³), tous les plateaux du Bas-Dauphiné septentrional seraient constitués par le miocène supérieur marin à l'état de conglomérats, de sables et lignites; pour Fontannes, ces cailloux auraient été apportés après coup par les eaux pliocènes au moment du creusement des vallées. Les coupes que j'ai relevées me permettent de donner un aperçu à peu près complet des terrains de cette région.

» Les couches miocènes, fortement redressées au contact des premières chaînes, ne tardent pas à redevenir presque horizontales, plongeant très peu vers la vallée du Rhône. Au-dessus des couches mollassiques à *Pecten præscabriusculus* (Burdigalien) presque verticales, on voit des sables marins, fossilifères, près de Pont-de-Beauvoisin

(¹) *Voir* M. M. Bertrand, *Bull. Soc. géol.* 3ᵉ série, t. XXII; p. 76.

(²) C'est également à l'action d'agents internes, que M. Léenhardt a fait dernièrement appel pour expliquer la genèse, dans la région du Ventoux, des produits d'altération qu'il a groupés sous la désignation d'*Horizon de Suzette.* (*Bull. Serv. Cart. géol.*, t. VII, nº 44; p. 129).

(³) Ch. Lory, *Description géologique du Dauphiné,* p. 602.

et des Abrets; ils renferment *Natica helicina, Pecten Gentoni* et des *Balanes*. C'est le niveau des sables de Saint-Fons, dont ils ont d'ailleurs souvent le facies (base du second étage méditerranéen). Le miocène moyen se termine par de nouveaux sables marins, présentant déjà quelques lits de quartzites, très fossilifères, sur toute la bordure Est des plateaux de la Tour-du-Pin (Aoste, Chimilin, etc.), appelés sables à *Ancilla glandiformis* et *Arca turonica*. Ils correspondent aux dépôts de Cabrières. A la partie supérieure de ces couches se trouvent déjà de nombreux fossiles terrestres et d'eau douce, indiquant la fin du facies franchement marin dans cette région et la proximité d'une terre émergée. Immédiatement au-dessus, existent des cailloutis formés de quartzites alpins roulés, de granite et de protogyne ayant subi une altération profonde et s'effritant avec la plus grande facilité au contact de l'air; le glaciaire recouvre le tout. Pour avoir la composition du miocène supérieur, il faut étudier la bordure Ouest de ces plateaux.

» Au-dessus de sables fins marneux avec quelques lits de cailloux, représentant le niveau d'Aoste, on voit des sables gris à stratification tourmentée, indice de courants rapides et à galets marneux. Ils contiennent la faune franchement saumâtre des *sables à Nassa Michaudi*, de Fontannes [1], des environs d'Heyrieu. Ce niveau, avec son facies bien constant, n'était connu qu'aux environs de Saint-Quentin; j'ai pu le retrouver à l'est de Bourgoin dans le fond de la plupart des vallées [2]. Au-dessus, existe une puissante formation de poudingues entremêlés de lentilles sableuses ou gréseuses, de lits et de galets marneux où l'on trouve quelques fossiles terrestres et d'eau douce (*Helix Delphinensis*, *Planorbis*) et des plantes. La coupe suivante, prise entre Bourgoin et Maubec, nous montre la composition générale du miocène :

» 1° Sables marneux, verdâtres, sans fossiles (partie supérieure du miocène moyen);

» 2° Sables grisâtres à galets marneux et à *Nassa Michaudi*, *Helix Delphinensis*, *H. Chaixi*, *H. Gualinsi*, *Triptychia*, etc., de 20^{m} (base du miocène supérieur);

» 3° Alternance de marnes avec sables marneux, quelques cailloux roulés et les mêmes fossiles mais plus rares, 40^{m};

» 4° Poudingue avec sables, 35^{m};

» 5° Petit lit marneux;

» 6° Sables marneux jaunâtres avec quelques concrétions gréseuses et lits ferrugineux sans fossiles, 40^{m};

» 7° Poudingue avec lits sableux gréseux;

» 8° Boue glaciaire.

» Ce miocène supérieur atteint une épaisseur considérable dans la région qui nous occupe : j'ai constaté une épaisseur de plus de 300^{m} et il

---

(1) FONTANNES, *Le vallon de la Fuly et les sables à buccins des environs d'Heyrieu*.

(2) Quand le fond de la vallée est à un niveau moyen au-dessous de 270^{m}.

s'élève, d'après Lory, jusqu'à l'altitude de 964^m au signal de Baracuchet. Depuis la base jusqu'au sommet, je n'ai pu constater aucune variation dans ces poudingues. Ils sont surtout formés de galets de quartzite parfaitement roulés, atteignant parfois, surtout dans les parties supérieures, des dimensions considérables, avec quelques galets de calcaire noir souvent impressionnés, de jaspe et de porphyre rouge et enfin de granite et de protogine du mont Blanc décomposés et transformés en kaolin.

» Tous ces galets ont été amenés par les torrents venus des Alpes déjà en grande partie soulevées à l'époque du miocène supérieur ([1]); ils ont dû se déposer dans des lacs d'eau douce. J'ai pu constater, il est vrai, près de la gare de la Tour-du-Pin, la persistance de la *Nassa Michaudi* à plus de 70^m au-dessus de son niveau habituel, mais c'est là une exception, partout ailleurs on ne trouve que des fossiles d'eau douce et terrestres et des plantes.

» C'est au milieu de ces poudingues, à peu près toujours à l'altitude de 400^m, que se trouve intercalé un banc de marnes bleues avec coquilles terrestres et d'eau douce écrasées, surmonté par un ban de lignites exploités. Au-dessus on aurait un nouveau banc d'argile d'épaisseur variable, puis le poudingue identique au poudingue inférieur, comme l'avait déjà constaté Lory, *mais lacustre et non marin*. Ces marnes et ces lignites n'occupent qu'une faible étendue aux environs de la Tour-du-Pin. La présence dans les derniers du *Sus palæocherus Kaup* ([2]), ainsi que leur position stratigraphique, les rangent d'une façon certaine dans le miocène et les distinguent des lignites d'Hauterives franchement pliocènes.

» La surface des plateaux est formée par la boue glaciaire, en général peu épaisse et ayant remanié les couches supérieures du miocène. Ce n'est qu'à partir d'une ligne sensiblement nord-sud passant entre Bourgoin et la Grive que l'on trouve mêlés à la boue glaciaire des galets de quartzites à patine rougeâtre qui appartiennent au pliocène supérieur et qui s'étendent jusqu'au delà du Rhône actuel. *Près de Four, on voit ces quartzites raviner les dépôts sableux et caillouteux du miocène supérieur.*

» Il résulte de ce rapide exposé :

» 1° Que Fontannes s'était laissé entraîner à tort à considérer comme pliocènes tous les cailloutis des plateaux du bas Dauphiné septentrional, car leurs fossiles et la continuité des dépôts prouvent leur âge miocène.

([1]) Ce qui prouve que les premières chaînes étaient soulevées, c'est que les cailloux reposent à l'ouest de la vallée du Guiers, non sur la zone à *Nassa Michaudi*, mais sur les couches de Saint-Fons ou d'Aoste.

([2]) Depéret, *Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône*, p. 50.

Le pliocène ne commence qu'à l'est de Bourgoin avec les dépôts de quartzite à patine qui forment une nappe s'inclinant assez rapidement vers le Rhône ;

» 2° Que Lory avait parfaitement raison de les considérer comme miocènes ; seulement que, contrairement à son opinion, ces dépôts ne sont pas marins, mais pour la plus grande partie lacustres et diffèrent, par conséquent, des poudingues marins à cailloux impressionnés de Voreppe. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence d'*Ostrea (Exogyra) virgula *dans le Jurassique supérieur des Alpes-Maritimes.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Ad. Carnot.

« On sait combien est demeurée incertaine, jusqu'à ce jour, la position précise à donner, dans l'échelle du système oolithique, à l'assise des calcaires blancs, souvent coralligènes, qui représentent, dans les Alpes-Maritimes, la partie supérieure du Jurassique, longtemps confondue avec le Néocomien, auquel elle sert de support.

» La découverte, dans les couches immédiatement subordonnées à ces calcaires blancs, d'un fossile absolument caractéristique, m'a paru de nature à limiter avec précision, tout au moins par le bas, le champ de la discussion.

» Un commencement d'exploitation de calcaire lithographique ayant été institué, l'été dernier, par M. P. Mingalon à l'extrémité du territoire de la commune de Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes), à un endroit où, perpendiculairement recoupé par le synclinal nord-sud du vallon de Nans, le grand synclinal couché de La Malle, réduit à son flanc inférieur, ici dénudé de tout dépôt crétacé, montre les bancs jurassiques en pendage régulier vers le sud, depuis la cassure anticlinale de la Crête de Ferrier, (1220^m) jusqu'à la traversée du col de même nom (1040^m), par le chemin de grande communication n° 5, je crus reconnaître, dans de rares coquilles que l'érosion atmosphérique faisait ressortir à la surface de quelques blocs depuis longtemps exposés à l'air, l'*Exogyra virgula* Goldfs, dont l'existence, jadis signalée par d'Orbigny dans le Var, entre Cuers et Brignoles, avait été formellement contestée par Hébert et vainement recherchée par Coquand ([1]), lequel pourtant n'en faisait pas doute.

([1]) *Bull. Soc. Géol.*, 2e série, t. XXVII, p. 81; 1869.

» Des visites répétées m'ayant mis en possession de quelques bons exemplaires de ce fossile qui, pas plus que l'aspect feuilleté du calcaire en ce point, ne se retrouve ailleurs dans la région, j'en référai à la compétence de M. Kilian, qui n'eut aucune hésitation à reconnaître l'*Ostrea virgula* « la plus typique ».

» Or le niveau de la trouvaille est lui-même des mieux définis : ce calcaire lithographique à pâte fine appartient à l'horizon à silex, parfois dolomitique, mais toujours très constant, qui sépare les calcaires blancs supérieurs des calcaires gris à *Terebratula insignis*.

» Voilà deux jalons tout à fait certains et serrés, qui méritaient assurément d'être signalés, en attendant les données nouvelles que fournira sans doute la détermination, entreprise par M. Kilian, de quelques pièces exceptionnelles, trouvées en plein niveau supérieur, c'est-à-dire dans ce calcaire blanc proprement dit, marbreux ou saccharoïde, qu'a si longtemps soustrait à toute désignation paléontologique l'absence presque absolue de fossiles reconnaissables. »

MM. **Arnaud** et **Jean Camescasse** adressent une Note sur un banc de tourbe découvert dans un banc d'argile, au voisinage d'une faille, à la Bâte, canton de Longvilliers (Seine-et-Oise).

M. **L. Daille** adresse une Note « Sur l'*Uredo viticida* ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

ERRATA.

(Séance du 6 mai 1895.)

Rapport de M. *Bouquet de la Grye*, Sur la Table des nombres triangulaires de M. Arnaudeau :

Page 977, ligne 10, *après* immédiatement, *ajoutez :* en diminuant le triangulaire de la moitié de la hauteur.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *C. Ludwig*, Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé à Leipzig, et rappelle en ces termes les travaux de ce savant :

« C. Ludwig, que notre Académie s'était attaché comme Correspondant depuis moins d'une année, était le doyen d'âge et l'un des plus illustres physiologistes de l'Allemagne. On lui doit l'introduction en Physiologie de méthodes précises et fécondes en progrès.

» Avant Ludwig on employait le manomètre à mercure pour mesurer la pression du sang dans les vaisseaux, mais l'œil ne pouvait suivre la perpétuelle agitation de la colonne de mercure qui oscillait sous les influences combinées des mouvements du cœur, de ceux de la respiration, du changement de calibre des petits vaisseaux et de l'agitation de l'animal. Ludwig

imagina d'inscrire les mouvements de la colonne de mercure et créa pour cela le premier des instruments enregistreurs aujourd'hui si nombreux dans les laboratoires de Physiologie.

» Ludwig imagina aussi une méthode fort ingénieuse pour mesurer la vitesse du sang dans les vaisseaux au moyen d'une sorte de compteur dont les indications sont d'autant plus précises que l'appareil peut fonctionner pendant un temps fort long.

» Dans la Physiologie du système nerveux, Ludwig a fait aussi d'importantes découvertes. On connaissait depuis Cl. Bernard des nerfs dont l'excitation produit le resserrement des vaisseaux et l'élévation de la pression du sang. Avec le concours de son élève Cyon, Ludwig découvrit un nerf dont l'excitation produit des effets tout opposés, qu'ils appelèrent pour cette raison *nerf dépresseur*. Cette découverte en amena beaucoup d'autres du même genre; on connaît aujourd'hui deux sortes de nerfs *vaso-moteurs :* ceux qui font contracter et ceux qui font relâcher les vaisseaux. Ludwig démontra aussi l'action des nerfs sur la sécrétion des glandes.

» C'est encore à lui qu'on doit l'invention de la méthode des *circulations artificielles* par laquelle un organe détaché du corps est maintenu vivant au moyen d'un courant de sang défibriné qu'on y injecte par les artères et qui ressort par les veines. Notre regretté confrère Brown-Séquard avait montré, dans une expérience mémorable, qu'on ramène pour quelque temps la vie dans les organes d'un cadavre en y introduisant du sang défibriné. C'est en partant de cette expérience que Ludwig a créé une méthode, sinon générale, du moins susceptible de s'appliquer à un grand nombre d'organes. Soumis à la circulation artificielle, le cœur continue à battre pendant des heures entières, les muscles à travailler, les glandes à sécréter. Enfin, cette méthode a fourni une base aux études de Chimie biologique, car elle permet d'analyser comparativement le sang qui entre dans un organe et celui qui en sort, et par conséquent d'apprécier les modifications chimiques éprouvées par le sang sous l'influence de la fonction de cet organe.

» Depuis 1867 Ludwig n'a plus rien publié en son nom; il s'est entièrement consacré à la direction de l'Institut physiologique de Leipzig qu'il a fondé, et que depuis plus de vingt-cinq ans il animait de sa propre activité. Plus de vingt Volumes témoignent de l'importance des travaux que Ludwig savait susciter.

» Jusqu'à quatre-vingts ans passés Ludwig avait gardé sa jeunesse d'esprit, un amour vivace pour la Science et, pour notre pays, une sympathie qui ne s'est jamais démentie. »

GÉODÉSIE. — *Réduction au niveau de la mer de la pesanteur observée à la surface de la Terre (Coast and Geodetical Survey), par M.* G.-R. Putnam. Note de M. **H. Faye.**

« Je traduis quelques passages du beau travail de M. Putnam.

» L'an passé, M. Mendenhall a fait exécuter en 26 stations, sur le parallèle de 39°, aux États-Unis, une série d'observations de la gravité relative à la station fondamentale de Washington. Cette série n'a occupé que 150 jours de mesures sur le terrain. L'instrument employé était un pendule battant la demi-seconde qui a été présenté à la *Philosophical Society* de Washington, en février 1891, et dont la description se trouve dans le Rapport du *Coast and Geodetical Survey*, p. 503-564; 1891.

» Dans le calcul des observations, M. Putnam a employé la réduction au niveau de la mer d'après deux idées fort différentes : celle de M. Faye et celle de Bouguer, et il en a fait la comparaison suivante.

			Residuals g observed — g computed.	
	Stations.	H.	Faye's Reduction.	Bouguer's Reduction.
		m	dynes	dynes
Apalachian (and adjacent).	Ithaca	247	—0,029	—0,063
	Charlottesville	166	—0,019	—0,056
	Deer Park	770	—0,005	—0,053
	Sums		0,053	0,172
Central Plains.	Colorado Spring	1841	+0,003	—0,221
	Denver	1638	+0,000	—0,215
	Sums		0,003	0,436
Rocky Mountains.	Pikes Peak	4293	+0,006	—0,239
	Gunison	2340	+0,035	—0,263
	Grand Junction	1398	+0,033	—0,192
	Grand River	1243	—0,003	—0,214
	Grand Canyon	2386	—0,010	—0,236
	Norris Geyser Basin	2276	+0,016	—0,207
	Lower Geyser Basin	2200	—0,001	—0,221
	Pleasant Valley	2191	—0,013	—0,220
	Salt Lake City	1322	+0,002	—0,179
	Sums		0,119	1,969

En résumé : par la méthode de Faye 0,175
par la méthode de Bouguer 2,577

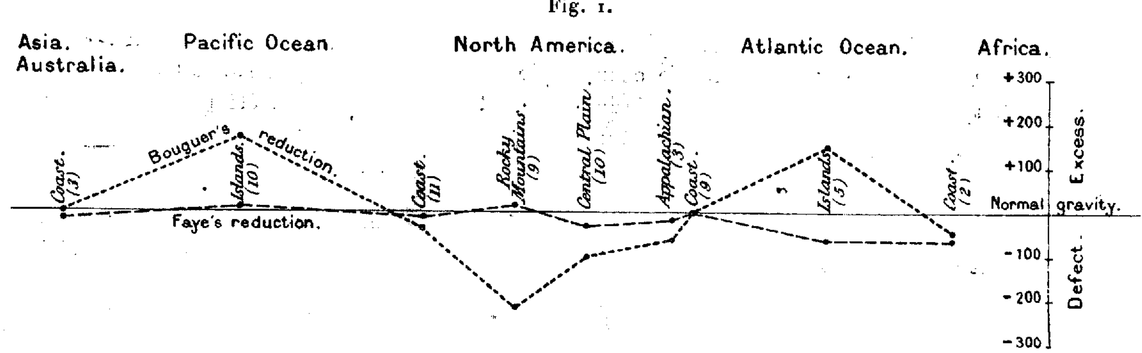
» Ces différences indiquent un avantage considérable pour la première méthode et

nous donnent à penser qu'il n'y a pas lieu d'attacher une signification quelconque aux résidus qu'elle laisse.

» Pour pousser plus loin cette comparaison, on a eu recours à différentes séries de déterminations de la gravité basées sur celle de Washington et faites par Mendenhall, Preston et Smyth dans différentes parties du monde.

» Les valeurs de la gravité sont également réduites au niveau de la mer par la méthode de Bouguer et par celle de Faye. Les résidus ont été pris en moyenne pour chaque groupe géologique de stations et on les a réduites à l'échelle de la figure suivante.

Fig. 1.



Differences observed minus computed gravity (in dynes) from C. and G. S. observations.
The figure in parenthesis show the number of stations included.

» Ces anomalies disparaissent très largement en appliquant la théorie de Faye. Une importante lumière serait jetée sur ce sujet si l'on mesurait la gravité en pleine mer, ce qui sera fait un jour ou l'autre en opérant sur de vastes champs de glace. Avec cette réduction, il est très possible que les soi-disantes anomalies de la gravité disparaissent en grande partie et que la distribution de la pesanteur à la surface du globe suive la loi de Clairault d'assez près pour grandement augmenter l'importance des observations du pendule par rapport au problème de la figure de la Terre.

» Comme celles-ci renferment un nombre de stations sur les îles océaniques et sur les côtes, il a été nécessaire, pour appliquer l'idée de M. Faye, de tenir compte de la différence de densité entre l'eau de mer et la terre. Cela a été fait en supposant l'eau condensée en bas jusqu'à ce que sa densité soit égale à celle de la terre, et en employant la surface supérieure de cette masse condensée pour apprécier l'élévation moyenne de la station. Cela revient à remplacer l'eau par un égal poids de terre, procédé qui n'altère pas la pression supportée par la croûte inférieure [1].

---

[1] Toutefois ce procédé ne me paraît pas le plus convenable pour corriger les stations océaniques. Il me semble plus simple de conserver le niveau des mers, en retranchant de la gravité observée sur une île l'action de la masse de l'îlot lui-même, après en avoir défalqué celle de la masse d'eau qu'elle remplace. Pour cela, il faudrait des opérations hydrographiques destinées à donner le relief de cet îlot. On aurait ainsi, sans doute, une atténuation aux différences un peu fortes que la méthode appliquée

» Ici finit la traduction.

» Je suis infiniment reconnaissant à M. Putnam d'avoir ainsi mis en lumière cette correction qu'il a bien voulu appeler de mon nom, mais je ne puis m'accorder avec lui sur l'utilité de la dégager de toute hypothèse quant à la constitution physique du globe. Je crois avec M. Gilbert, en parcourant le beau travail qui suit les calculs de M. Putnam, que les théories des géologues et même des géodésiens sont grandement intéressées dans la question. M. Gilbert dit lui-même que certains physiciens pensent que les matériaux de la croûte terrestre ont un haut degré de rigidité et que par cette rigidité les continents sont élevés au-dessus de la surface normale, tandis que d'autres pensent qu'il est plus probable que la croûte terrestre possède un certain degré de plasticité et que les continents sont tenus en place parce qu'ils sont plus légers, tandis que, par cette plasticité même, la surface d'équilibre conserve dans la suite des temps sa figure mathématique légèrement variable, due aux énormes forces qui sont dues à son attraction et à sa rotation. Je ne saurais suivre M. Gilbert dans les considérations élevées qu'il a présentées, au point de vue géologique, mais je peux bien, en suivant cet ordre d'idées, dire comment je suis arrivé à la méthode de correction qui a si bien réussi dans les mains de M. Putnam, car j'ai été guidé par une vue très simple, mais parfaitement générale, de la question.

» Au siècle dernier, on admettait que les collines et les montagnes devaient produire des altérations purement locales dans la figure du globe terrestre et c'est là-dessus qu'a été fondé le système métrique. Mais, plus tard, au commencement de ce siècle, on s'avisa que le soulèvement des continents et l'inégale répartition des mers devaient l'altérer bien plus profondément. Aussi, les géomètres étaient-ils d'avis, à cette époque, que si le globe à l'état de fusion ignée avait pris la figure d'un ellipsoïde de révolution aplati, cette figure n'avait pu subsister à la suite des dislocations que la croûte a subies en s'épaississant. Dans leur opinion, que Laplace lui-même a cru devoir formuler, cette figure avait dû s'altérer et n'être actuellement qu'un sphéroïde à méridiens inégaux non elliptiques.

» Or on sait aujourd'hui, par la discussion des mesures de degré les plus récentes et les plus étendues, que la figure de l'ellipsoïde de révolu-

---

aux États-Unis présente, d'après la *fig.* 1, pour les stations dénommées *Islands*, et j'espère que l'on aurait des résultats aussi satisfaisants que pour la longue ligne terrestre estimée de *Coast* en *Coast*.

H. F.

tion (pour la surface des mers prolongée par-dessous les continents) subsiste encore. Pour que la figure première se soit conservée à travers les âges géologiques, il faut que l'excès de masse des continents émergés soit compensée par quelque défaut de densité au-dessous, et que la légèreté spécifique des mers soit pareillement compensée par les couches inférieures plus denses. C'est là l'idée simple que le R^d Mr Pratt, archidiacre de Calcutta, avait déduite des mesures géodésiques exécutées aux Indes et qu'ont confirmée les belles opérations du pendule dues aux officiers anglais dans les mêmes pays.

» Cependant la question semblait peu avancée, car on n'avait aucune raison de croire que l'écorce terrestre dût être plus lourde pour les mers que pour les continents, lorsque les marins de la frégate *la Vénus*, sous le commandement du capitaine Dupetit-Thouars, reconnurent, en 1835, que la température du fond des mers ne dépasse pas 2° à la profondeur de 3700^{m}, tandis que, à cette même profondeur, la température des continents atteint 133°. Des travaux plus récents, par les Anglais du *Challenger*, ont montré qu'une température encore plus basse est atteinte à une profondeur double, qui répond à peu près à 270° pour les continents. Dès lors il fallait conclure que le refroidissement progressif de l'écorce terrestre, auquel est due son épaisseur actuelle, va plus vite sous les mers que sous les continents; par conséquent, l'épaisseur et la densité de cette croûte solide doivent être plus grandes dans le premier cas que dans le second. Et comme cette action a dû se produire à toutes les époques, depuis que les eaux se sont déposées sur le globe, le sol des mers a dû s'enfoncer peu à peu sur le noyau fluide intérieur, tandis que les continents s'exhaussaient par suite d'une inévitable réaction hydrostatique.

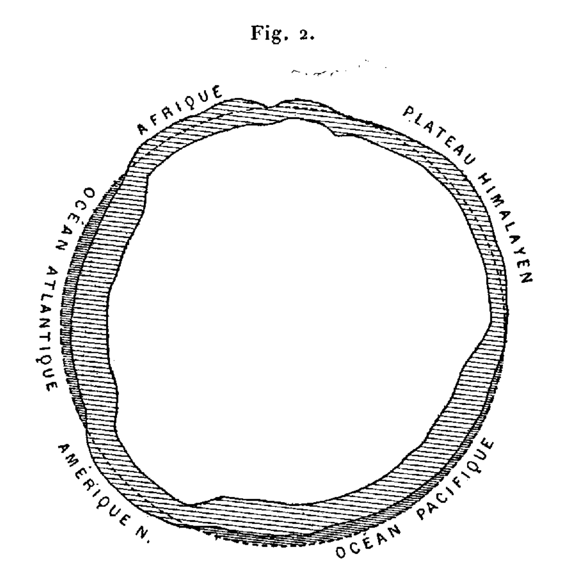
» De là une notion nouvelle dans la théorie de la formation géologique de la croûte terrestre et du relief des continents au-dessus du niveau des mers, tandis que l'énormité de la masse centrale et la rapidité croissante de sa rotation lui assuraient, à toutes les époques, la forme d'un ellipsoïde de révolution, légèrement aplati aux pôles. C'est ce que j'ai tâché de représenter dans la figure suivante.

» Elle représente une coupe du globe terrestre suivant le parallèle boréal de 30°. La ligne pointillée marque le niveau des mers prolongé par-dessous les continents. C'est la surface mathématique du globe et, comme nous venons de le constater, c'est, dans son ensemble, une véritable circonférence.

» Au-dessus de cette ligne s'élèvent les continents d'Afrique, d'Asie et

d'Amérique, et en particulier le plateau de l'Himalaya. Au-dessous se trouvent les deux grands Océans dont la profondeur moyenne est comparable à la saillie des continents. Là, l'épaisseur de la croûte consolidée en bas compense le défaut de densité des mers, tandis que sous les conti-

Fig. 2.



nents, la minceur relative de la croûte compense la saillie des terres émergées. A mesure que le refroidissement progresse, cette différence d'épaisseur augmente; la croûte sous-marine exerce un excès de pression sur le noyau semi-liquide, et comme cette pression se transmet en tous sens, elle tend à soulever de plus en plus l'écorce moins résistante et déjà fracturée des continents. Là est la cause des lents phénomènes géologiques qui ont façonné et qui remanient encore lés couches supérieures de la terre.

» S'il en est ainsi, on conçoit que l'équilibre premier subsiste, que la surface mathématique des mers ne soit pas sensiblement altérée, non plus que la direction de l'axe de rotation. Mais aussi, il n'y aura plus lieu de tenir compte des grandes inégalités de la couche superficielle, ni dans la mesure des degrés, ni dans l'observation du pendule (¹).

(¹) Quant aux accidents superficiels pour lesquels on ne saurait invoquer la plasticité des grands continents, je veux dire les collines, les montagnes isolées, les dépressions toutes locales du sol, un épanchement de matières lourdes venues de l'intérieur à l'état de fusion par les failles de l'écorce terrestre, etc., il n'y a pas de compensation et leur effet sur la figure de la Terre se décèle par de petites ondulations qu'il faut calculer séparément et dont il faut corriger les observations.

» C'est de là justement qu'est née l'idée de supprimer la correction de Bouguer dans les observations du pendule, et l'on a vu par les observations les plus récentes combien la méthode que m'ont inspirée, il y a 15 ou 20 ans, les observations précédentes, sont d'accord avec les faits observés en Amérique et sur le parallèle de 39°.

» Cette notion nouvelle dispense désormais les géologues des hypothèses du refroidissement uniforme, des demi-cercles d'écrasement de M. Élie de Beaumont [1], des singulières combinaisons tétraédriques de M. Green, etc., et elle s'adapte très approximativement à la loi connue de la pesanteur dès que l'on néglige la hauteur moyenne des continents au-dessus des mers et que l'on tient compte de l'excès de densité des îles au-dessous de ce niveau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les relations thermochimiques entre les aldéhydes, les alcools et les acides;* par MM. **Berthelot** et **Rivals**.

« Quelles relations thermochimiques existent entre les aldéhydes et les fonctions qui peuvent en être dérivées, soit par hydrogénation, telles que celle des alcools, soit par oxydation, telles que celle des acides? C'est ce que l'un de nous a cherché à définir d'abord par l'étude de l'aldéhyde ordinaire et du glucose, et que les déterminations de MM. Louguinine, de Forcrand et Stohmann, sur les séries valérique, glycolique et benzoïque, permettent de connaître pour quelques autres cas, malheureusement trop peu nombreux. Nous avons entrepris de nouvelles expériences, afin d'élargir le problème, en en multipliant les données par son extension aux séries salicylique, camphénique et pyromucique. Ce sont ces résultats que nous nous proposons de présenter aujourd'hui; puis nous les rapprocherons des faits déjà connus, de façon à les généraliser.

I. — Série salicylique.

» 1. La *saligénine*, $C^7H^8O^2$, est l'alcool fondamental de cette série. Nous avons analysé un échantillon cristallisé, puis nous en avons mesuré la cha-

(1) J'ai eu l'honneur d'écrire, à ce sujet, à M. Élie de Beaumont pour lui soumettre cette idée explicative du soulèvement des continents et de l'affaissement du fond des mers, mais l'illustre géologue est mort avant d'avoir pu me faire une réponse. En revanche, après un long silence, j'ai la satisfaction de trouver une appréciation équitable de mes idées dans un travail de M. Gaspari *Sur les études récentes sur le pendule*, insérées dans le numéro du 15 mai 1895 de la *Revue générale des Sciences*.

leur de combustion dans la bombe calorimétrique : soit, en la calculant à pression constante pour le poids moléculaire 124^{gr} : $+846^{Cal},0$.

» D'où l'on déduit la chaleur de formation par les éléments

$$C^7\,(\text{diamant}) + H^8 + O^2 = C^7H^8O^2 \text{ crist} \ldots\ldots\ldots \quad +90^{Cal},1$$

» Pour le corps dissous, d'après notre ancienne détermination, on aura dès lors $+86^{Cal},9$. Rappelons encore que, d'après les mesures thermochimiques, la saligénine est à la fois alcool et phénol (Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VII, p. 171). Sa chaleur de formation est beaucoup plus faible que celle du phénol diatomique isomère, l'orcine, également cristallisée, qui répond à $+111^{Cal},4$; l'écart étant de $+21^{Cal},3$.

» On observe une différence analogue entre l'alcool benzylique (liquide), formé par les éléments avec un dégagement de $+40^{Cal},8$, et le crésol (ortho) cristallisé, formé avec un dégagement de $+56^{Cal},3$; le crésol (para) donne également : $+55^{Cal},7$. L'écart est ici de $+15^{Cal}$; la solidification de l'alcool benzylique le diminuerait un peu. En tout cas, la transformation de la fonction alcoolique en fonction phénolique répond à un dégagement de chaleur considérable, corrélatif de l'accroissement de stabilité, et de la tendance plus prononcée vers la fonction acide. Rappelons que ces diversités répondent à une substitution différente, accomplie dans la molécule benzénique génératrice et se traduisent par des formules atomiques que chacun écrira sans difficulté. Elles ne correspondent nullement, d'ailleurs, au rapprochement que l'on a parfois cherché à établir entre les alcools tertiaires et les phénols. En effet, la chaleur de formation du triméthylcarbinol solide, type des alcools tertiaires, a été trouvée égale à $+89^{Cal},4$; celle de l'alcool isobutylique liquide, alcool primaire, étant $+85^{Cal},5$: l'écart entre ces deux isomères ne doit guère surpasser la chaleur de solidification, qui accroît la chaleur de formation de l'alcool tertiaire; elles sont en tout cas très voisines.

» Si l'on observe, en outre, que les alcools tertiaires sont moins stables que les alcools primaires, à l'inverse de ce qui arrive pour les phénols comparés aux alcools isomères, on voit que le rapprochement entre les phénols et les alcools tertiaires repose sur des fictions de formules, peu conformes à la réalité des faits.

» 2. L'*aldéhyde salicylique*, $C^7H^6O^2$, dérivé normal de la saligénine, nous a fourni, ce corps étant liquide :

Chaleur de combustion, calculée à pression constante pour le poids 122^{gr}. $+807^{Cal},6$;

d'où l'on déduit, pour la chaleur de formation par les éléments :

C^7(diamant) + H^6 + O^2 = $C^7H^6O^2$ liq. . . . . $+59^{Cal},5$

» Ce corps est à la fois aldéhyde et phénol.

» Si on le compare à son isomère, l'acide benzoïque, dont la chaleur de formation (à l'état solide) est égale à $+94^{Cal},2$, on observe que le passage de la fonction aldéhyde-phénol à la fonction acide dégage $+34^{Cal},7$; valeur qui comprend un excès de 3^{Cal} ou 4^{Cal} pour la différence d'état résultant de la solidification de l'acide benzoïque. L'écart demeure considérable et même bien plus grand que pour le passage de la fonction d'alcool-phénol à celle de phénol diatomique. On voit par là une nouvelle preuve à l'appui de l'observation faite plus haut, que l'apparition de la fonction acide répond à un dégagement de chaleur pour deux corps isomères de composition et de formule données. Il est facile de traduire cette relation dans les notations atomiques.

3. Dans le but de comparer l'aldéhyde salicylique à l'acide correspondant, nous rappellerons la chaleur de formation, par les éléments, de l'*acide salicylique* (solide), soit $+132^{Cal},1$; valeur déterminée par l'un de nous. On a dès lors :

Alcool, $C^7H^8O^2$ sol. + O = $C^7H^6O^2$ liq. + H^2O liq. dégage. .		$+ 38^{Cal},4$
Aldéhyde, $C^7H^6O^2$ liq. + O = $C^7H^6O^3$ sol.	» . .	$+ 72,6$
Alcool solide changé en acide solide et eau.		$+111,0$

» Pour un même état solide, on aurait donc, dans les réactions séparées : $+38^{Cal},4 + S$ et $+72^{Cal},6 - S$; S étant la chaleur de solidification de l'aldéhyde. On reviendra sur ces valeurs.

» On a encore pour l'hydrogénation de l'aldéhyde changé en alcool :

$C^7H^6O^2$ liquide + H^2 = $C^7H^8O^2$ solide. . . . . $+30^{Cal},6$.

II. — Série pyromucique.

» Cette série est fort intéressante par ses relations avec les hydrates végétaux renfermant 5 atomes de carbone. Nous avons étudié l'aldéhyde et l'acide, l'alcool ne présentant pas un caractère suffisamment défini pour nos études.

» 1. *Acide pyromucique :* $C^5H^4O^3 = 112$, bien cristallisé.

Chaleur de combustion à pression constante	$+493^{Cal},8$
Chaleur de formation par les éléments	$+115^{Cal},7$

» L'acide mucique, $C^6H^{10}O^8$, d'après M. Stohmann, répond à $+426,9$; si l'on en retranche la chaleur de formation de CO^2 et de $3H^2O$, soit $+301,3$, on trouve $+115,6$; c'est-à-dire la même valeur sensiblement que pour l'acide pyromucique : cette relation est conforme à la formation de la plupart des acides pyrogénés, ainsi que l'un de nous l'avait signalé il y a trente ans.

» 2. *Aldéhyde* (furfurol) $C^5H^4O^4 = 96$. — Rectifié à point fixe et analysé :

Première série pour 1gr, combustion à volume constant	5831cal,6
Deuxième série	5833,0
Troisième série (autre préparation)	5831,6
Quatrième série (nouvelle rectification)	5832,5
Moyenne générale	5832,2

» Chaleur de combustion à pression constante et à volume constant, pour le poids moléculaire : $+559,8$.

» Formation par les éléments

C^5(diamant) $+ H^4 + O^2$ .... $+49^{Cal},7$

» Observons d'abord que le furfurol renferme l'hydrogène et le carbone dans les proportions de l'eau; si l'on retranche sa chaleur de formation de la chaleur de formation correspondante de l'eau, soit $+138^{Cal}$, il reste $+88^{Cal},3$. Tel est l'excès d'énergie que possède une molécule de furfurol, envisagé comme hydrate de carbone; ou, si l'on aime mieux, l'excès de sa chaleur de combustion sur celle du carbone qui le constitue.

» Rappelons que le glucose, $C^6H^{12}O^6$, envisagé de même, présente un excès d'énergie très voisin, soit $+91^{Cal},4$; et le pyrogallol, $C^6H^6O^3$, avec une fonction fort différente : $+77,5$; l'acide acétique solide, plus différent encore : $+18,3$ pour C^2, c'est-à-dire $+54,9$ pour $3C^2$, etc.

» Ainsi les composés qui répondent à la formule des hydrates de carbone, avec les fonctions les plus diverses, renferment, en général, un excès d'énergie, c'est-à-dire un excès de chaleur de combustion par rapport au carbone qui les constitue; circonstance fort essentielle à mettre en évidence dans toutes les études relatives à la chaleur animale, et même à l'estimation du pouvoir calorifique des matières combustibles.

» En outre, les valeurs ci-dessus montrent que cet excès, rapporté à un même nombre d'atomes de carbone, est le plus élevé possible pour les

fonctions d'alcool et d'aldéhyde; il diminue pour la fonction phénol et diminue encore davantage pour la fonction acide; chacun de ces changements de fonction répondant à un dégagement de chaleur propre, même pour des corps isomères.

» Il existe un hydrate de carbone plus voisin que tout autre du furfurol, c'est l'arabinose, $C^5H^{10}O^5$; on sait, en effet, que, sous l'influence des acides, l'arabinose se sépare en grande partie en furfurol et eau

$$C^5H^{10}O^5 = C^5H^4O^2 + 3H^2O;$$

les deux tiers, au moins, de son poids étant susceptibles d'éprouver cette métamorphose. Or, la formation de l'arabinose par les éléments dégage $+ 259,4$ [1], tandis que celle de $5H^2O$ développerait $+ 345,0$; soit un excès de $+ 85,6$ ou $+ 17,1 \times 5$. Cet excès est de l'ordre de celui du glucose : $+15,3 \times 6$. On voit, en même temps, que la transformation de l'arabinose en furfurol ne donne lieu qu'à un phénomène thermique très faible, soit $- 2^{Cal},2$; chiffre qui ne doit guère s'éloigner de la chaleur de solidification (inconnue) du furfurol. La transformation rapportée au même état des deux composés répondrait donc à un effet thermique sensiblement nul.

» Cette circonstance nous a engagés à examiner la chaleur de formation du produit bien connu de polymérisation du furfurol. On sait, en effet, que cet aldéhyde se transforme spontanément en une matière humique spéciale. Nous avons à notre disposition un échantillon conservé en vase clos depuis plusieurs années et en apparence solidifié, pesant 22^{gr}; mais il contenait encore un liquide à l'état de mélange. On l'a distillé dans le vide, au bain-marie, entre 65°-75°. Le résidu fixe, noir, brillant et friable, formait seulement le dixième du produit primitif. Deux analyses ont fourni :

		Rapports $(C^{15}H^{10}O^5)^n$.
C	66,57	66,67
H	3,98	3,70
O	29,44	29,63
	100,00	

Cendres 1,33 (provenant de l'attaque lente du verre).

» Ces nombres répondent à la condensation de 3 molécules de furfurol, avec perte d'eau : $3C^5H^4O^2 - H^2O = 270^{gr}$.

(1) BERTHELOT et MATIGNON, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXI, p. 412.

» Ce produit, brûlé dans la bombe, a fourni par gramme (2 essais), à pression constante et volume constant : $6237^{cal},8$,

	Cal
C'est-à-dire pour le poids atomique 270^{gr}	+1684,2
Chaleur de formation par les éléments	+ 75,3
Ajoutons à cette dernière celle de H^2O	+ 69,0
	+ 144,3

» Cette somme, comparée à la chaleur de formation de $3C^5H^4O^2$, soit + 149,1, montre que la formation pyrogénée du composé condensé, avec production d'eau, serait accompagnée par une absorption de — 4,8. Ce nombre est bien faible relativement aux chiffres observés 1679,4 et 1684,2, dont il représente la différence : elle ne surpasse guère les erreurs d'expérience.

» Comparons maintenant la formation de l'aldéhyde à celle de l'acide pyromucique

$C^5H^4O^2$ liquide $+ O = C^5H^4O^3$ crist., dégage . . . . $+ 66^{Cal},0$

Ce chiffre comprend la chaleur de solidification de l'aldéhyde.

» La dissolution du furfurol dans vingt-deux fois son poids d'eau à 6° dégage seulement $+ 0,^{Cal},13$. L'action de la potasse ($KOH = 2^{lit}$) étendue sur cette dissolution n'a produit aucun effet thermique appréciable.

III. — Série camphénique.

» 1. D'après les déterminations de l'un de nous, la chaleur de formation de l'alcool campholique (bornéol)

$C^{10}H^{18}O$, est égale à . . . . $+ 97^{Cal},3$

celle de l'aldéhyde (camphre) étant + 80,3.

» On tire de là

$C^{10}H^{18}O$ crist. $+ O = C^{10}H^{16}O$ crist. $+ H^2O$ liq . . . . $+ 52^{Cal},0$

$C^{10}H^{16}O + H^2 = C^{10}H^{18}O$ . . . . $+ 17^{Cal},0$

» Nous avons ajouté à ces mesures la chaleur de transformation du camphre en acides, tant par fixation d'oxygène que par fixation d'eau.

» 2. *Acides camphiques*, $C^{10}H^{16}O^2$. — L'oxydation indirecte du camphre, par la potasse alcoolique, pendant la synthèse de l'alcool campholique, a fourni à l'un de nous l'acide camphique, qui a été étudié depuis par Montgolfier. MM. Goldschmidt et Zürrer et MM. Kachler et Spitzer ont préparé dans ces dernières années des acides identiques ou isomères : l'un obtenu,

en traitant le camphre dibromé en solution alcoolique par l'amalgame de sodium, réaction fort analogue à la précédente; l'autre, en opérant la saponification du nitrile campholénique, dérivé de la camphoroxime. En reprenant la dernière réaction, M. Béhal a obtenu deux acides camphiques isomères, qu'il a désignés sous le nom d'*acides campholéniques*. Il a eu l'obligeance de nous en remettre des échantillons bien définis et purifiés avec soin; nous les avons brûlés dans la bombe calorimétrique.

» Nous avons obtenu, pour le poids moléculaire, 168^{gr}.

» Chaleur de combustion, réduite à pression constante,

Acide cristallisé, fusible à 50°	$+1365^{Cal},9$
Acide liquide	$+1363^{Cal},3$

» Chaleur de formation par les éléments :

Acide cristallisé	$+129^{Cal},1$
Acide liquide	$+131^{Cal},7$

» Ces nombres sont très voisins et leur écart ne se distingue guère des erreurs d'expérience. Cependant, on doit remarquer que l'acide cristallisé a une chaleur de formation moindre et qui serait susceptible d'être encore abaissée par sa fusion. En admettant que cette dernière absorbe environ -4^{Cal}, il y aurait une différence de 6^{Cal} entre les deux acides isomères. Nous noterons cette différence, en rappelant qu'elle est du même ordre que celle des acides maléique et fumarique, cités à ce propos par M. Béhal.

» D'après le nombre obtenu avec l'acide solide, on aura pour la fixation de l'oxygène sur l'aldéhyde campholique (camphre)

$C^{10}H^{16}O$ sol. $+ O = C^{10}H^{16}O^2$ solide ..... $+48,8$; isomère liquide. $+51,4$;

sur l'alcool campholique (bornéol)

$C^{10}H^{18}O$ sol. $+ O^2 = C^{10}H^{16}O^2$ sol. $+ H^2O$ liq.. $+100,8$; isomère liq.. $+103,4$

Il resterait à étudier le troisième isomère, ou olide, dont la fonction est différente.

» On a encore pour l'acide camphorique,

$$C^{10}H^{16}O + O^3 = C^{10}H^{16}O^4 \ldots\ldots + 170,9 \quad \text{ou} \quad +57,0 \times 3$$

» 3. *Acide campholique*, $C^{10}H^{18}O^2$. — Cet acide résulte de l'hydratation du camphre, accomplie sous l'influence des alcalis. M. Guerbet a eu l'obligeance de nous en donner un très bel échantillon. Nous avons obtenu

Chaleur de combustion à pression constante, pour 170^{gr}	$+1409^{Cal},2$
Formation par les éléments	$+154,8$

» On a dès lors :

$C^{10}H^{16}O$ sol. + H^2O liq. = $C^{10}H^{18}O^2$ sol..... + 5,5; H^2O sol. + 4,1

Ces nombres sont du même ordre de grandeur que la chaleur de transformation analogue du glyoxal en acide glycolique.

$C^2H^2O^2$ sol. + H^2O liq. = $C^2H^4O^3$ sol....... + 6,1; H^2O sol. + 4,7

» Le Tableau suivant résume toutes les données observées jusqu'ici dans les métamorphoses d'aldéhydes en alcools et en acides, par hydrogénation, oxydation, hydratation.

Aldéhyde.	+ H^2 (alcool).	+ O (acide).	+ H^2O (acide).	Remarques.
Éthylique, C^2H^4O	+12,8	+ 60,1	»	Composés liquides.
Valérique, $C^5H^{10}O$.........	+17,3	+ 68,2	»	Id.
Crotonique, C^4H^6O........	»	+ 63,8	»	Id.
Benzylique, C^7H^6O	+15,4	+ 68,8 − S	»	Aldéhyde liquide, acide solide.
Campholique, $C^{10}H^6O$......	+16,7	+ 48,8	+4,1	Tous composés solides.
Glycolique, $C^2H^2O^2$ (glyoxal).	+27,1 pour $2H^2$ (Glycol) ou + 13,5 × 2	+112,4 pour 2O (Ac. oxalique) ou + 56,2 × 2	+4,7	Tous composés solides (sauf le glycol). Le glyoxal est deux fois aldéhyde.
»	»	+ 45,6 pour O (Ac. oxyglycolique)	»	
Salicylique, $C^7H^6O^2$	+30,6	+ 72,6	»	Aldéhyde liquide; alcool, acide solide. Tous ces composés réunissent la fonction phénol avec leur autre fonction.
Quinon, $C^6H^4O^2$...........	+40,3	»	»	Fonction de l'alcool : phénol diatomique.
Pyromucique, $C^5H^4O^2$	»	+ 66,0	»	Aldéhyde liquide. Fonction mixte.
Arabinose, $C^5H^{10}O^5$	+14,7	»	»	
Glucose, $O^6H^{12}O^6$	+17,7	»	»	

» 1° D'après ce Tableau le changement d'un aldéhyde proprement dit en alcool, par fixation de H^2, dégage de 13^{Cal} à 17^{Cal} : en moyenne $+15^{Cal}$ environ dans les séries grasses; et cela pour les alcools polyatomiques étudiés, aussi bien que pour les alcools monoatomiques. Le camphre appartient sous ce point de vue à la série grasse; ainsi que l'indique d'ailleurs la synthèse directe et bien connue des carbures $C^{10}H^{16}$ au moyen du carbure amylénique, C^5H^8, polymérisé. Mais on sait que le camphre fournit le passage entre cette série et la série benzénique, par sa transformation facile en cymène. Si je rappelle ce double groupe de réactions, c'est que les chimistes oublient trop souvent le premier dans leurs raisonnements, pour s'attacher exclusivement aux formules schématiques déduites du second. Le caractère trop exclusif d'un tel point de vue est mis en évidence par cette circonstance que, dans la série benzénique, la chaleur dégagée par la fixation de H^2, avec formation d'alcool ou de phénol, est beaucoup plus forte : soit $+40^{Cal}$ pour le quinon, $+30^{Cal}$ pour l'aldéhyde salicylique.

» 2° Le changement d'un aldéhyde en acide, par fixation de O, dégage de 60^{Cal} à 68^{Cal}; sauf pour l'aldéhyde campholique, qui appartient à un groupe doué de caractères spéciaux et fournit seulement $+48,8$. Les considérations ingénieuses, développées par M. Béhal, trouveraient ici leur justification; surtout si on les présente à un point de vue plus général, celui du caractère incomplet (fonction éthylénique) de la série camphénique, caractère qui n'est nullement subordonné au type hexagonal des formules et qui s'explique plus clairement encore en dérivant le camphre directement de la série amylique. Quoi qu'il en soit, l'aldéhyde campholique se rapproche par là de l'aldéhyde glycolique, corps doublement incomplet comme le camphre, et dont le changement en un premier acide $C^2H^2O^3$, par fixation d'oxygène, dégage $+45,6$; cet acide (oxyglycolique) étant encore un corps incomplet, capable de développer $+66,8$, c'est-à-dire le chiffre normal, en fixant un second atome O pour devenir acide oxalique. Au contraire, l'aldéhyde salicylique surpasse tous les autres aldéhydes en devenant acide : $+72^{Cal},6$. Les acides qui répondraient aux hydrates de carbone n'ont pas été étudiés à ce point de vue : ils seront fort intéressants.

» 3° Si nous envisageons l'oxydation par rapport aux alcools dans ses deux degrés successifs : formation de l'aldéhyde et formation de l'acide, nous trouvons que le premier degré dégage en général moins de chaleur que le second. Il comporte d'ailleurs une inégalité dans le nombre des molécules

$$C^2H^6O + O = C^2H^4O + H^2O, \qquad C^2H^6O + O^2 = C^2H^4O^2 + H^2O.$$

Alcools.	Aldéhyde. — O fixé.	Acide. — 2 O fixés	Excès du 2ᵉ O.	Remarques.
Éthylique	+56,2	+116,3 ou 58,1 × 2	+ 60,1	
Valérique	+51,7	+119,9 ou 59,9 × 2	+ 68,2	
Benzylique	+53,6	+122,4 ou 61,2 × 2	+ 68,8	Changement d'état de l'alcool liquide en acide solide.
Campholique	+52,3	+107,1 ou 50,5 × 2	+ 48,8	
Glycolique. 1ᵉʳ groupe.	»	+117,0 ou 58,5 × 2		Même observation.
Glycolique. 2ᵉ groupe.	+110,9 ou 55,4 × 2	+223,3 ou 55,8 × 4	+112,4 ou 56,2 × 2	
Salicylique	+38,4	+111,0 ou 55,5 × 2	+ 72,6	1ᵉʳ changement de l'alcool solide en aldéhyde liquide.

» Il est facile de traduire ces résultats dans le langage des substitutions atomiques et d'en tirer, soit les conséquences générales relatives au changement de fonction, soit les conséquences spéciales et déjà signalées plus haut, relativement à la série benzénique (composés salicyliques) et à la série camphénique (acide campholénique), chacun fera aisément ces calculs.

» On remarquera encore que toutes ces fixations d'oxygène dégagent moins de chaleur que l'oxydation de l'hydrogène libre; mais les nombres se rapprocheraient beaucoup, si l'on pouvait retrancher de cette dernière, la chaleur de liquéfaction de l'hydrogène, afin de rendre les états physiques comparables.

» Au contraire la fixation de l'hydrogène sur les aldéhydes, pour former les alcools dans la série grasse, dégage des nombres fort inférieurs à la formation de l'eau : ce qui signifie que le composé formé conserve disponible une dose notable de l'énergie correspondante, pour ses oxydations ultérieures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Existence du phosphore en proportion notable dans les huîtres.* Note de MM. A. Chatin et A. Müntz.

« Très surpris, dans nos récentes analyses des coquilles d'huîtres (¹), de trouver dans ces coquilles une proportion inattendue de phosphate de chaux et, surtout, de constater que cette proportion est encore de beaucoup plus forte dans l'huître portugaise (*Gryphea angulata*) que dans

(¹) A. Chatin et A. Muntz, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 583.

l'huître de France (*Ostrea edulis*), nous avons été tout naturellement conduits à étendre, à la chair elle-même de ces Mollusques, des études d'abord limitées à leurs coquilles.

» La présente Note rend compte de cette nouvelle étude dont les résultats, s'ils étaient parallèles à ceux fournis par les coquilles, ne pouvaient manquer d'avoir de l'intérêt pour l'hygiène alimentaire.

» Or les faits viennent justifier ce qui n'était d'abord qu'une hypothèse, en établissant que le phosphore fait partie de la chair des huîtres, comme de leur coquille, et que sa proportion s'y maintient plus forte dans l'huître portugaise que dans l'huître de France.

» Rappelons l'analyse des coquilles. Elle avait donné, en moyenne, sur 100 parties : acide phosphorique, 0,038 dans l'huître française des Sables-d'Olonne; 0,089 dans l'huître portugaise des parcs d'Oléron.

» Ces analyses avaient porté sur des Mollusques ne provenant pas des mêmes parcs.

» Voulant rendre les résultats tout à fait indépendants d'une influence, possible, des milieux d'élevage, nous avons opéré cette fois sur des huîtres conservées, les unes près des autres, durant une année, dans le même parc, aux Sables-d'Olonne [1].

» Reprenant, dans ces conditions identiques, l'analyse des coquilles, nous avons trouvé les chiffres ci-après, rapportés à 100 parties :

» Coquilles d'huîtres de France : 0,060 d'acide phosphorique ;

» Coquilles d'huîtres portugaises : 0,118 d'acide phosphorique, proportions encore un peu supérieures à celles trouvées dans notre première étude, les coquilles de l'huître portugaise étant d'ailleurs toujours plus phosphatées que celles de l'huître de France.

» La chair a fourni, sur 100 parties de matière organique sèche :

» Huître de France : 1,836 d'acide phosphorique ;

» Huître de Portugal : 2,052 d'acide phosphorique.

» Etant données des huîtres de grosseur moyenne, une huître de France contient $1^{gr},110$ de matière organique sèche, et une huître portugaise $1^{gr},157$.

» Il y a donc, dans unc huître portugaise, $0^{gr},032$ d'acide phosphorique, et, dans une huître de France, $0^{gr},020$.

» Ce qui équivaut, pour 12 huîtres portugaises, à 0,384 d'acide phosphorique ou à 1^{gr} de phosphate basique des os, chiffres de un peu plus du tiers supérieurs à ceux donnés par l'huître de France.

---

(1) Parcs Sigogneau.

» Inutile d'ajouter que, bien que le phosphore soit ici toujours dosé à l'état d'acide phosphorique, il existe dans les coquilles à l'état de phosphate calcique tribasique, tandis que dans la chair de l'huître il est en combinaison directe et intime avec les composés organiques, état des plus favorables à son assimilation par l'homme.

» La richesse, plus grande, en phosphore des huîtres portugaises, par rapport à l'huître de France, constatée d'abord quant à la coquille, se maintient donc dans la chair de ces Mollusques, chair qui constitue, celle des premières surtout, un aliment phosphoré à très haute dose, fait qui ne saurait manquer d'attirer l'attention de l'hygiéniste, déjà averti, que la chair de l'huître, fort azotée, est riche en fer [1].

» C'est ainsi que l'échouage en 1866, à l'embouchure de la Gironde, d'un bateau chargé d'huîtres portugaises fut un accident providentiel, duquel date l'introduction en France de ce Mollusque, bientôt fort, presque trop répandu, grâce à sa grande prolification et à sa robusticité, laquelle se manifeste dès le naissain.

» Mais, en même temps qu'elle était une menace pour l'huître de France, plus délicate, dont elle envahissait les installations, l'huître portugaise est devenue, par son extrême bon marché, la nourriture du peuple, en attendant qu'elle soit recherchée de tous comme aliment ferrophosphoré au plus haut point reconstituant. »

CHIMIE. — *Classification des éléments chimiques.*
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Par suite d'une inadvertance, je n'ai pas remis le 22 avril dernier, à M. le Secrétaire perpétuel, la Note suivante, que j'avais préparée en même temps qu'une autre Note que j'ai publiée ce jour-là sur un tout autre sujet. Les résultats consignés dans la Note omise par moi le 22 avril avaient été communiqués, depuis déjà quelques semaines, à mes savants amis M. Friedel et M. Demarçay.

» Dans le calcul des poids atomiques des éléments d'une famille hypothétique qui pourrait être introduite dans le Tableau de M. Mendéléeff, pour y former une huitième colonne, je n'ai considéré, lors de ma Communication à l'Académie [2], que le corps

---

[1] A. Chatin et A. Muntz, *Comptes rendus*, t. CXIX.
[2] *Comptes rendus*, p. 361, 18 février 1895.

20,1 environ (O = 16) et ses supérieurs : c'est-à-dire les seuls éléments qu'on puisse faire entrer dans la huitième colonne de M. Mendéléeff, après en avoir toutefois enlevé ceux qui y figuraient déjà et qui ne me paraissent pas appartenir à cette famille. Cependant ma classification indique l'existence possible d'un élément venant se placer au-dessous du corps 20,1, avec un poids atomique très voisin de 3,9 (O = 16). De même, dans la famille Cl, Br, etc., il y a place pour un élément, au-dessous du fluor, avec un poids atomique très voisin de 2,9 (O = 16). Il m'a semblé qu'il n'était peut-être pas inutile de signaler dès maintenant ces indications de la théorie. En admettant l'existence réelle de l'élément 3,9, on est conduit pour le corps 20,1, à un poids atomique ne différant que peu de celui que j'ai indiqué (Paris, 21 avril 1895).

» J'apprends maintenant que M. Ramsay, poursuivant le cours de ses magnifiques découvertes, a mesuré la densité de l'hélium, rapportée à celle de l'hydrogène et qu'il l'a trouvée égale à 3,88. Il est tout à fait remarquable que l'hélium et l'argon donnent, *pour leurs densités*, les nombres mêmes que je trouve théoriquement *pour les poids atomiques* d'éléments hypothétiques qui semblent leur correspondre.

» En doublant les nombres 3,88 et 20, on obtiendrait des poids atomiques paraissant difficiles à placer dans une classification.

» Quoi qu'il en soit, je vais essayer de donner ici un aperçu très succinct de ma classification, réservant pour plus tard les détails et l'exposé de nombreuses régularités, dont il serait trop long de parler dans cette première Communication.

» Dès le début de mes recherches, j'avais remarqué que, dans chaque famille naturelle bien établie, il existait un corps résumant pour ainsi dire les propriétés caractéristiques de la famille, dont il était comme le centre, le *nœud*. Je mets donc sur le même niveau les corps de cette nature, lesquels sont : Ca, K, (?δ) (¹), Cl, S, Ph, Si, Al. Le niveau de ces corps est, en effet, la limite supérieure des accroissements de poids atomiques voisins de 16 et la limite inférieure des accroissements très grossièrement voisins de 48. De plus, les triades (²) supérieures attachées à ces corps, sont tout à fait comparables entre elles, chimiquement et même spectralement par-

---

(¹) Corps inconnu paraissant devoir appartenir à la famille de l'argon.

(²) Dumas avait autrefois fait remarquer, avec beaucoup de justesse, les analogies qui existent entre les triades telles que Ca, Sr, Ba; Cl, Br, I, etc.; mais on n'avait pas, à cette époque, établi de comparaisons bien rigoureuses entre les poids atomiques des corps de ces triades. Plus récemment (1877) M. Mendéléeff, au cours d'un travail qui fait époque dans la Science, indiquait pour le poids atomique du Ge (alors inconnu) 72, ce qui est la moyenne entre les voisins verticaux Si 28 et Sn 118. Le même savant attribuait au Ga le poids atomique 68, moyenne approchée des voisins horizontaux

lant. Ce qui caractérise surtout pour moi ces triades, ce sont les valeurs de leurs variations, c'est-à-dire des différences entre les premiers accroissements voisins de 48 et les seconds. Les valeurs de ces variations sont comprises dans des limites assez restreintes.

» En mettant Mg et Na sur le même niveau que Al et Si, on compare, à tort suivant moi, des triades dont les variations sont très différentes (ainsi du reste que leurs propriétés chimiques), et l'on ne trouve plus alors de relations simples entre les poids atomiques des corps placés aux mêmes niveaux, contrairement à ce qui a lieu si l'on dispose les nœuds comme il est dit plus haut. Dans ce dernier cas, on peut calculer le poids atomique d'un nœud au moyen des poids atomiques des autres nœuds. Enfin, en plaçant Mg, Na, Si, Ph, Al et S sur la même ligne, on perd des régularités qui sont utiles pour calculer les poids atomiques de plusieurs niveaux.

» C'est par la comparaison des variations que j'avais autrefois calculé les poids atomiques de Ga et de Ge.

» Ces principes conduisent au Tableau suivant, en ne considérant, dans cette Note préliminaire, que les huit familles principales (1) :

Zn 65 et Ge 72 : $\frac{1}{2}(65 + 72) = 68,5$. On s'occupait peu, ou point, des décimales dans la classification des éléments.

C'est, je crois, vers 1866 ou 1867 que j'eus le bonheur de connaître Dumas et que je lui exposai mes remarques sur la marche des poids atomiques dans les familles naturelles; j'insistai auprès de mon illustre confident sur ce fait que, dans les triades supérieures à ce que j'appelle les *nœuds,* le corps intermédiaire étant toujours plus bas que la moyenne des deux autres, on peut, en comparant les variations des accroissements, calculer avec une certaine approximation des poids atomiques mal déterminés, en prenant pour bases du calcul les poids atomiques les mieux connus; on peut trouver aussi les poids atomiques d'éléments encore inconnus. Le Ge est le premier de ces corps dont j'aie ainsi calculé d'avance le poids atomique.

Je dois à la mémoire du grand chimiste Dumas de dire qu'il avait accueilli mes communications avec une extrême bienveillance et qu'il avait daigné me presser vivement de publier mes idées, lesquelles d'ailleurs s'accordaient en général avec les siennes propres, car il croyait à l'unité de la matière pondérable et admettait l'essence de la loi de Prout; je prenais seulement, pour unité de matière chimique, une fraction de l'hydrogène plus petite que celle à laquelle il s'était arrêté.

(1) La meilleure façon de représenter graphiquement l'ensemble de ces huit familles serait de distribuer les poids atomiques sur huit génératrices d'un cylindre, en prenant, pour chaque élément et sur sa génératrice, une longueur proportionnelle à son poids atomique. Les niveaux horizontaux du Tableau seraient alors représentés par des tours et des demi-tours de spire. La disposition serait semblable à celle adoptée autrefois par M. de Chancourtois pour sa vis tellurique.

					(?η)″	Bi′	Pb″	Tl′
	Ba″	Cs′	(?ζ)	I′	Te″	Sb′	Sn″	In′
	Sr″	Rb′	(?ε)″	Br′	Se″	As′	Ge″	Ga′
Nœuds :	Ca″	K′	(?δ)″	Cl′	S″	Ph′	Si″	Al′
	Mg″	Na′	(?γ)″	Fl′	O″	Az′	C″	Bo′
	Gl″	Li′	(?β)″	(?α)′				
	H	H	H	H	H	H	H	H

» Toutes les familles possèdent mêmes nombres d'éléments.

» Le premier corps de chaque famille dérive de l'hydrogène [1].

» La ligne des nœuds est le centre du Tableau, à partir de H d'une part, et de Bi, Pb, etc. de l'autre.

» Les nœuds, qui ont des poids atomiques plus grands que H d'au moins 32, peuvent subir deux décroissements d'environ 16 chacun; d'où deux corps entre H d'une part, et Ca, K, (?δ) et Cl d'autre part. Les nœuds, qui diffèrent de H de moins de 32, ne peuvent subir qu'un seul décroissement d'environ 16; d'où un seul corps entre H d'une part, et S, Ph, Si et Al d'autre part.

» Mais les familles qui n'ont ainsi qu'un seul corps, inférieur au nœud (H non compris), reçoivent un élément additionnel au-dessus de la triade supérieure, avec un gros accroissement de poids atomique par-dessus le plus haut corps de la triade : on trouve ainsi (?η), Bi, Pb et Tl.

» A partir de l'hydrogène, chaque famille est donc formée par cinq accroissements successifs et les choses se présentent comme si l'hydrogène [2] lui-même résultait d'un autre accroissement apporté à un plus petit élément. Il y aurait alors, depuis cet élément hypothétique jusqu'aux niveaux Ba, Cs, ..., Bi, Pb, six accroissements qu'on pourrait supposer correspondre aux six faces d'un cube, aux six directions des trois dimensions de l'espace.

» La récurrence, ou périodicité, existe ici; elle existerait, il est vrai, avec

---

(1) J'ai du moins cherché à établir des relations numériques entre le poids atomique de l'hydrogène et les poids atomiques des premiers corps des huit familles; mais cela n'implique pas nécessairement que ces premiers corps soient formés par des accroissements directs de l'hydrogène. D'après le principe esquissé ci-après et qui sert de base à cette classification, on peut supposer que le niveau qui, dans le Tableau, est occupé par l'hydrogène seul, représente en réalité le lieu de sept petits corps, en outre de l'hydrogène. Sur ce sujet difficile, il m'est venu à l'esprit des hypothèses que je ne saurais exposer ici.

(2) Ou comme si l'hydrogène et sept autres petits corps de son niveau résultaient d'accroissements apportés à huit éléments encore plus petits.

tout autre nombre de familles, dès que celles-ci continueraient d'être construites sur le même plan, sans de trop grandes différences d'accroissements d'un niveau à l'autre.

» Les éléments d'atomicités paire et impaire (¹) alternent régulièrement depuis le plus petit corps jusqu'au plus gros.

» Les métalloïdes, ou éléments négatifs, occupent le centre; les métaux, ou éléments relativement positifs, sont placés aux extrémités. Chez les métaux, comme chez les métalloïdes, le plus petit élément de chaque couple est d'atomicité dominante impaire; l'impair est plus positif que le pair: $Ca''K' - S''Ph'$, etc.

» Cette classification comporte l'hypothèse que les éléments chimiques sont en réalité composés de portions de matière beaucoup plus petites : bien plus petites même que l'hydrogène. C'est la loi de Prout par extension. Provisoirement, et comme un *maximum* que je crois trop élevé, j'ai adopté $\frac{1}{128}$ de H pour l'unité employée dans les calculs.

» Une fois les nœuds classés d'après *l'ensemble* des propriétés des éléments et d'après les rapports observés entre les accroissements, les variations, etc., et une fois les autres niveaux déterminés par le même procédé, voici comment on peut se figurer théoriquement la formation des éléments chimiques.

» Supposons une masse primordiale de matière A qu'une cause inconnue vient diviser en deux parts inégales. Il se produira, au même niveau chimique, deux éléments : $\frac{A}{2} + q$ et $\frac{A}{2} - q$; l'un électro-chimico-positif par rapport à l'autre. On aura déjà une distinction entre les métaux et les métalloïdes, prenant le sens de ces mots dans une acception large. En scindant de nouveau, par portions inégales, chacun de ces deux corps, on obtiendra quatre éléments : deux de la série positive, deux de la série négative..... et ainsi de suite. On aura ainsi des termes de passage entre les éléments les plus positifs et les éléments les plus négatifs. Nous nous bor-

---

(¹) Je classe plutôt les éléments en pairs et impairs qu'en mono-, di-, tri-, tétra-atomiques, et encore je n'attache pas à cette distinction des pairs et impairs une signification trop absolue; car nous connaissons des corps qui manifestent à la fois les atomicités paire et impaire. L'atomicité ne paraît être qu'une qualité relativement secondaire, quoique très importante pour le classement des corps. Les relations électrochimiques, les caractères plus ou moins positifs ou négatifs des éléments, président surtout à la combinaison chimique et me semblent être encore plus essentiels que l'atomicité dominante.

nerons, pour le présent, à considérer huit corps ainsi formés. Ces corps, au moyen d'accroissements ou de décroissements successifs, donneront naissance aux huit familles du Tableau précédent. Ces accroissements et décroissements correspondront à des variations des caractères positifs et négatifs, dans le sens vertical comme dans le sens horizontal du Tableau. On voit que le nombre des familles doit être pair.

» La formation des éléments chimiques dépendrait donc de l'introduction d'inégalités entre les masses de matière, de même que les forces résultent d'inégalités dans les mouvements des corps. Dans les deux cas, il y a compensation par + et par — autour d'un équilibre qui n'est jamais rétabli une fois troublé. La fiction par laquelle on peut se représenter la formation des éléments par la division inégale d'une masse primitive de matière est donc sans doute imaginaire. L'inégalité a dû exister de toute éternité dans les masses dites *matérielles*, comme dans les mouvements, et ce, à titre de nécessité toujours actuelle dont la cause nous échappe. Seulement, n'est-il pas permis de supposer que les inégalités matérielles que représentent les éléments chimiques peuvent se modifier, comme le font les forces vives, en conservant leur somme constante (1)? Jusqu'ici aucun indice sérieux de transformation des éléments chimiques les uns dans les autres n'a été observé, mais je reste convaincu que cette transformation se réalise chaque jour dans la nature, sous l'action de forces ou de temps, dont nous ne pouvons pas, ou dont nous ne savons pas disposer.

» Au moyen de relations empiriques, rendues assez probables par leur simplicité, j'ai cherché à déduire les poids atomiques des premiers éléments des colonnes verticales du poids atomique de l'hydrogène, afin d'obtenir des valeurs absolues pour ces poids atomiques, au lieu de prendre pour bases de calcul les meilleures déterminations expérimentales. La marche des décroissements, d'environ 16 à partir des nœuds, donne les multiples entiers de H, les plus voisins des poids atomiques des éléments inférieurs. Les corrections à faire à ces nombres entiers de H se tirent de relations qui méritent d'être encore examinées, mais qui me paraissent assez simples et en accord suffisant avec les poids atomiques de Li et Az déterminés par Stas (2). Une de ces relations conduirait aux valeurs suivantes :

---

(1) J'ai également attribué la gravitation à l'inégalité des masses élémentaires (*Comptes rendus*, 20 septembre 1869, p. 703). L'attraction universelle et l'attraction chimique auraient donc même cause et même nature.

(2) Stas : Li = 7,020 à 7,024 ; Az = 14,041 à 14,048 (O = 16).

	H = 1.	O = 16.		H = 1.	O = 16.
Gl.....	9,0156250	9,05098	O....	15,9375000	Base.
Li......	6,9921875	7,01961	Az...	13,9843750	14,03922
(?β)....	3,8906250	3,90588	C....	11,9453125	11,99216
(?α)....	2,9375000	2,94902	Bo...	10,9218750	10,96471

» Bien d'autres éléments peuvent se classer d'après les mêmes principes et suivant d'autres règles dont l'exposé m'entraînerait trop loin. Il y a cependant des corps dont nous ne connaissons pas assez les fonctions pour qu'on puisse les classer aujourd'hui ; il me semble prudent de ne pas fixer leurs places ; on risquerait de tomber dans l'arbitraire.

» Persuadé que mon essai de classification est imparfait et incomplet, j'exprime ici le vœu qu'on y apporte un jour les modifications et perfectionnements nécessaires, et je m'estimerai heureux si je puis contribuer, pour une part, à la correction des erreurs presque inévitables dans une recherche de ce genre. »

MM. **Friedel** et **Moissan** ont entendu à plusieurs reprises, et il y a longtemps déjà, M. Lecoq de Boisbaudran leur exposer une partie des considérations et des résultats qu'il soumet aujourd'hui à l'Académie. M. Friedel se souvient de lui avoir entendu citer, plusieurs jours avant la séance du 22 avril dans laquelle il a parlé des poids atomiques des nouveaux éléments *argon* et *hélium*, les nombres 20 et 3,9 comme devant probablement leur être attribués.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse spectrale des gaz dégagés par divers minéraux*. Note de M. **Normann Lockyer**.

« En chauffant des minéraux dans le vide et examinant le gaz obtenu par ce procédé, j'ai déjà trouvé une soixantaine de lignes spectrales, nouvelles, je crois, dans la Chimie terrestre.

» Parmi ces minéraux était l'uraninite, qui a déjà donné au professeur Ramsay un gaz montrant dans le jaune la ligne que j'ai rapportée, en 1869, à un élément hypothétique, l'*hélium*.

» Jusqu'à présent j'ai examiné dix-huit minéraux. Les spectres montrent que plusieurs gaz sont en question.

» Voici les λ approximatifs des lignes déjà photographiées.

λ Rowland.	λ Angström.	λ Rowland.	λ Angström.
3889	3888,5	4347	4346,3
3947	3946,5	4390	4389,3
3982	3981,5	4398	4397,3
4026,5	4025,9	4453	4452,3
4142	4141,3	4471	4470,3
4145	4144,3	4515	4514,3
4177	4176,3	4522	4521,3
4182	4181,3	4580	4579,3
4338	4337,3		

» En comparant ces λ avec ceux des lignes inconnues dans les étoiles blanches d'Orion et dans la chromosphère du Soleil, on trouve les coïncidences suivantes :

Table des correspondances λ Rowland.

Lignes des minéraux.	Lignes de la chromosphère.	Lignes photographiées. Éclipse 1893.	Lignes des étoiles d'Orion.
3889	3888,73	3889,1	3889,1
3947	3945,2	3946,0	»
3982	»	3982,0	»
4026,5	»	4026,5	4026,5
4142	»	»	»
4145	»	4144,0	4144,0
4177	»	4177,8	4178,0
4182	»	»	»
4338	4338,7	»	4338,0
4347	»	»	4346,0
4390	4389,2	4390,0	4389,0
4398	4399,2	4398,7	»
4453	»	4454,0	»
4471	4471,7	4471,8	4471,8
4515	4514,7	4514,5	»
4522	4522,7	4522,9	»
4580	»	»	»

» Il me semble hors de doute que cette ressemblance n'est pas fortuite. On emploiera bientôt une plus grande dispersion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés hydrogénantes des alcoolates de sodium à haute température*. Note de MM. **A. Haller** et **J. Minguin**.

« Dans une étude faite par l'un de nous ([1]), sur l'action à 200-210°, des alcoolates de sodium sur le camphre, il a été démontré que suivant la nature et le poids moléculaire de l'alcool employé, celui-ci agissait soit comme hydrogénant, soit comme substituant. Opère-t-on par exemple avec de l'éthylate de sodium, on obtient environ 70 à 75 pour 100 de bornéol, du carbonate et de l'acétate de sodium, avec une petite quantité d'un acide résineux qui est sans doute de l'acide camphique. La réaction semble donc se passer comme dans le cas de la potasse alcoolique qui, ainsi que l'a montré M. Berthelot, transforme à 180° le camphre en camphol et camphate de potasse.

» L'étude de cette action hydrogénante des alcoolates de sodium a été étendue à d'autres corps à fonction cétonique, et en particulier à la désoxybenzoïne, la benzophénone, l'anthraquinone, etc.

» Le sens du phénomène observé sur la désoxybenzoïne et l'anthraquinone a déjà été signalé sommairement par nous, dans une Communication faite à la Société chimique de Paris, le 22 mai 1891, et tout récemment, M. J.-J. Sudborough ([2]) a confirmé une partie des résultats obtenus avec le premier d'entre ces corps.

» *Désoxybenzoïne.* — Quand on chauffe en tubes scellés, pendant 24 heures, à 200-210°, 3^{gr} de substance avec 30^{cc} d'alcool absolu tenant en dissolution 0,4 de sodium, on constate après refroidissement et ouverture du tube, un fort dégagement d'hydrogène pur, et la formation de paillettes nacrées qui, purifiées par cristallisation dans l'alcool bouillant, fondent à 118-120°. L'analyse de ce corps a montré qu'il répondait à la formule du stilbène. Le rendement a été environ de 2^{gr} de carbure

$$C^6H^5CH = CH - C^6H^5$$

pour 3^{gr} de désoxybenzoïne employée.

» En chauffant à 160°, M. Sudborough a obtenu, indépendamment du stilbène de l'hydroxydibenzyle $C^6H^5CHOHCH^2C^6H^5$.

([1]) *Comptes rendus*, CXII, 1492.

([2]) *Proceedings of Chim. Society*, séance du 25 avril 1895, p. 75.

» *Benzophénone.* — En opérant dans les mêmes conditions qu'avec la désoxybenzoïne, nous avons obtenu du benzhydrol fondant à 67°-68°. Le rendement a été de 2gr, 5 de l'hydrol pour 3gr de cétone employée. Comme on le voit, dans cette expérience, la réduction n'a pas été aussi loin que dans le cas de la désoxybenzoïne : elle s'est arrêtée à la formation de l'hydrol. L'éthylate de sodium agit donc comme la potasse alcoolique (1).

» *Anthraquinone.* — 3gr de cette substance furent chauffés en tube scellé à 200°-210°, avec 30gr d'alcool absolu et 0gr,8 de sodium. Au bout de vingt-quatre heures, on a laissé refroidir. A l'ouverture du tube, il s'est dégagé de l'hydrogène pur et l'on a recueilli des aiguilles qui, après sublimation, fondaient à 207°-208°. L'analyse a démontré que le corps en question n'était autre chose que de l'anthracène.

» Le résidu renfermait de l'anthraquinone non transformée et de l'acétate de sodium.

» Quand, au lieu d'éthylate de sodium, on emploie de l'*amylate de sodium,* on obtient encore de l'anthracène en quantité notable, du valérianate de sodium et une huile qui distille vers 190°-200°.

» Ce liquide soumis à l'analyse a donné des nombres qui conduisent à la formule $C^{10}H^{22}O$, ce qui ferait de ce corps un éther amylique

$$C^5H^{11}-O-C^5H^{11}.$$

» Avec le *butylate de sodium* et l'anthraquinone, on obtient de même à 200° de l'anthracène.

» On a encore essayé l'action de l'éthylate de sodium sur l'acétophénone et l'on a obtenu un liquide qui possédait les réactions du phénylméthylcarbinol; sur la quinone qui, dans les conditions de l'expérience, a donné naissance à un produit noir à composition variable.

» Nous continuons ces recherches sur l'action des alcools sodés, et, en particulier, des alcools à poids moléculaire élevé de la série grasse et de la série aromatique, sur un certain nombre de molécules, pour nous rendre compte si elles agissent comme le benzylate de sodium sur le camphre. L'un de nous a montré que, dans ce cas, il se forme du benzylcamphre. »

---

(1) Zagoumeny, *Bull. Soc. Chem.*, 2e série, t. XXVI, p. 452.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Philipeaux (*Physiologie*). — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Schützenberger, Troost, Schlœsing, Larrey réunissent la majorité des suffrages.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Faye, Sarrau réunissent la majorité des suffrages.

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Fizeau, Berthelot, Hermite, Daubrée réunissent la majorité des suffrages.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Milne-Edwards, Blanchard, Daubrée, Van Tieghem, Chatin réunissent la majorité des suffrages.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques*). — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard, Jordan réunissent la majorité des suffrages.

Prix Leconte. — MM. Bertrand, Fizeau, Hermite, Berthelot, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Guyou réunissent la majorité des suffrages.

Prix Gaston Planté. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Fizeau réunissent la majorité des suffrages.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger réunissent la majorité des suffrages.

Prix Saintour. — MM. Bertrand, Berthelot, Fizeau, Daubrée, Lœwy réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE. — *Sur les projections stéréoscopiques et la stéréojumelle.* Note de M. **Moëssard.**

« Deux images stéréoscopiques d'un même sujet étant projetées séparément sur un écran blanc, il faut, pour donner au spectateur l'illusion d'un sujet unique en relief dans l'espace, satisfaire aux deux conditions suivantes :

» 1° Chacun des yeux ne doit voir que celle de ces deux images qui lui correspond ;

» 2° Les deux sensations résultant alors de la perception simultanée de l'image prise à droite par l'œil droit, et de l'image prise à gauche par l'œil gauche, doivent être amenées à se confondre dans le cerveau, pour reproduire l'effet de la vision binoculaire, telle que la donne la nature.

» La stéréojumelle, qui permet de réaliser simplement ces deux conditions, se compose en principe de deux prismes réfringents égaux, en crown peu dispersif, dont les faces planes forment un angle de 10° environ.

» Ces prismes sont montés dans des bonnettes, maintenues à l'écartement moyen des yeux. Ils peuvent être disposés de façon variable dans ces bonnettes, selon la position relative qu'occupent les épreuves stéréoscopiques jumelles. Ainsi, les deux arêtes se feront face, si les épreuves sont juxtaposées horizontalement dans l'ordre normal, celle de droite à droite ; ces arêtes, encore verticales, seront, au contraire, opposées extérieurement, si les épreuves juxtaposées sont croisées, celle de droite à gauche ; enfin les arêtes, cette fois horizontales, seront alternées, l'une en haut, l'autre en bas, si les épreuves se présentent verticalement l'une au-dessus de l'autre. Ce réglage de l'appareil ne présente pas de difficultés.

» Un écran opaque, percé de deux ouvertures semi-circulaires, est fixé en avant des prismes, dans le but de masquer à chaque œil l'image qui ne lui est pas destinée. Dans le cas des épreuves juxtaposées, les diamètres qui limitent ces ouvertures sont verticaux et à l'écartement même des yeux ; le demi-cercle vide en dehors pour la disposition normale, en dedans pour la disposition croisée. Pour des épreuves superposées ces diamètres

sont sur une même horizontale, le demi-cercle vide correspond à l'arête du prisme en haut pour un œil, en bas pour l'autre.

» Dans tous les cas chaque prisme déplace l'image correspondante d'un angle α. Les deux déplacements ayant lieu en sens inverse, donnent une déviation totale de 2α. Si K est la distance qui sépare deux points homologues des deux images, et D la distance de l'œil à l'écran, $\frac{K}{D}$ est l'angle qui sépare à l'œil nu les images.

» Pour les amener à coïncider on devra donc avoir

$$2\alpha = \frac{K}{D}.$$

» Autrement dit, le spectateur devra être placé sur le segment capable de l'angle $\frac{K}{D}$, construit sur ces deux points homologues.

» Pour étendre le bénéfice de l'illusion à toute la salle, il faut faire varier 2α, de façon à maintenir l'égalité qui précède, quels que soient K et D. Pour cela, les bonnettes peuvent tourner dans leur monture, en entraînant les prismes. Elles sont reliées par deux secteurs dentés qui rendent leur rotation égale et de sens opposé. Dans ce mouvement, les images virtuelles paraissent décrire, d'un mouvement égal et contraire, deux cercles égaux, et si ω est l'angle dont ont tourné les bonnettes, le déplacement apparent des images l'une vers l'autre n'est plus que de $2\alpha\cos\omega$, et pour un écartement K' et un éloignement D' la condition d'accommodation devient

$$2\alpha\cos\omega = \frac{K'}{D'},$$

toujours possible, à condition que l'on ait

$$\frac{K'}{D'} < \frac{K}{D}.$$

» *Dispositions à donner aux épreuves stéréoscopiques.* — Des trois dispositions énumérées ci-dessus, la première, celle du stéréoscope ordinaire, où les images sont accolées dans l'ordre normal, ne se prête guère à la projection. La séparation des images se fait mal sur le plan médian des yeux, et engendre sur ce plan une bande noire pénombrée, d'effet déplaisant. La disposition croisée est, au contraire, fort commode; la suppression des images parasites ne cause aucune gêne, la confusion des images utiles ne demande aucun effort et se fait dans des limites très larges, grâce à la

tendance au strabisme qu'amène en nous l'habitude de faire constamment converger nos axes oculaires sur des objets rapprochés.

» La troisième disposition, épreuves superposées, également d'un emploi facile, quoique moins élastique, présente l'avantage de ne pas imposer de limites aux épreuves dans le sens horizontal et, par conséquent, de permettre la restitution stéréoscopique des panoramas.

» Tout ce qui vient d'être dit s'applique aussi, bien entendu, à des épreuves photographiques stéréoscopiques, sur papier ou sur verre, de dimensions et de dispositions quelconques.

» *Mode d'emploi de la stéréojumelle.* — En promenant les yeux, munis de l'appareil, sur l'écran, on voit quatre images en file, deux parasites situées aux ailes, et deux utiles au centre. On concentre son attention sur ces dernières et, faisant tourner tout doucement les bonnettes en sens convenable, on amène ces images à se rapprocher et à se confondre en une seule, qui paraît en relief. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Études sur l'activité de la diastole des ventricules, sur son mécanisme et ses applications physiologiques et pathologiques.* Mémoire de M. Léon Germe. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au concours du prix de Physiologie expérimentale.)

« Ce travail a pour objet d'établir :

» 1° Qu'immédiatement après la systole, les parois ventriculaires sont le siège d'une dilatation active qui attire, dans leurs cavités, une partie du sang contenu dans les oreillettes ;

» 2° Que cette dilatation, faiblement tributaire de l'élasticité des parois du cœur, est due principalement à la pression artérielle vasculo-cardiaque et subordonnée à son degré ;

» 3° Que, par le fait de l'activité diastolique des ventricules, le travail du cœur, à chaque systole, est plus considérable que ne l'ont pensé jusqu'à ce jour les physiologistes, attendu qu'à celui qui consiste à soulever les valvules sygmoïdes et à chasser l'ondée sanguine dans les artères, il faut ajouter le travail que les ventricules doivent dépenser pour lutter contre leur puissance diastolique ;

» 4° Qu'il est des cas où, même sans affection cardiaque, la pression

artérielle peut s'élever au point d'imposer au cœur un travail supérieur à ses forces et le mettre momentanément en état d'asystolie ;

» 5° Que l'activité diastolique des ventricules peut être mise en jeu par pression veineuse vasculo-cardiaque dans les cas où l'oreillette droite est très dilatée ;

» 6° Que ce fait s'observe dans les lésions du cœur gauche, qui ont pour effet d'affaiblir sa puissance ou d'augmenter ses résistances dans les embarras de la circulation pulmonaire ou dans les afflux de sang dans l'oreillette droite ;

» 7° Que par suite de l'élévation de la pression veineuse dans cette cavité, il se produit forcément une élévation de la pression veineuse vasculo-cardiaque qui augmente le travail du cœur et peut le faire tomber facilement en asystolie ;

» 8° Que souvent il suffit de diminuer l'excès de pression veineuse pour dissiper l'impuissance du cœur ;

» 9° Que dans la pathologie et la thérapeutique de ce viscère, il faut, outre ce qui se rapporte à sa puissance, tenir grand compte des résistances qu'il doit vaincre, résistances souvent représentées par des excès de pression artérielle et veineuse, qui, pour n'être quelquefois que *relatifs*, par rapport à la puissance du cœur, n'en sont pas moins des obstacles à son fonctionnement.

» Ces diverses propositions sont démontrées par des expériences sur le cœur cadavérique et par des observations et des expériences faites sur l'homme au moyen de la plessimétrie ; le tout avec une évidence qui doit entraîner la conviction. »

M. **Ch. Meerens** adresse, pour le concours du prix Leconte, un Travail « Sur les vrais rapports numériques des sons musicaux ».

(Renvoi à la Commission du prix Leconte.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *A.-G. Greenhill* ayant pour titre : « Les fonctions elliptiques et leurs applications », traduit de l'anglais par *Griess*. (Présenté par M. Appell.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Comparaison entre les spectres du gaz de la clévéite et de l'atmosphère solaire.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Moissan.

« La grande découverte, par M. Ramsay, d'un mode de préparation du gaz hélium, jusqu'alors reconnu seulement dans l'atmosphère solaire, intéresse les astronomes autant que les chimistes.

» Au début, le gaz de la clévéite et l'atmosphère solaire ont été rapprochés seulement par la radiation jaune D_3 qu'ils émettent fortement; cependant la dernière Note du professeur Clève semble indiquer d'autres radiations communes; aussi me suis-je proposé de comparer avec soin les deux lumières sur une étendue du spectre aussi grande que possible.

» Un tube spectral capillaire, fermé par une lame de quartz, a été préparé et disposé de manière à recevoir les gaz émis par un petit cristal de clévéite chauffé d'abord, puis mis en contact avec de l'acide sulfurique pur bouilli du commerce. On a relevé exactement les spectres du tube avant le chauffage, après le chauffage et après l'action de l'acide, de manière à reconnaître les gaz successivement dégagés, et à éliminer les lumières étrangères.

» Avant le chauffage, le tube spectral, dont la pression était de $\frac{1}{20}$ de millimètre environ, a montré quelques-unes des raies rapportées à l'argon; puis, lorsqu'on a chauffé (à 300° environ), on a eu un dégagement abondant d'un composé oxygéné du carbone, qui semblait provenir d'un composé dissocié; car, lorsque le chauffage était continu, la pression intérieure augmentait, et diminuait lorsqu'on laissait refroidir. C'est seulement lorsque l'acide sulfurique a été en contact avec la clévéite, que la raie jaune D_3 a fait son apparition, en même temps que d'autres raies fortes, lumineuses et ultra-violettes.

» J'ai réuni, dans le Tableau ci-contre, les raies nouvelles les plus fortes, avec leurs intensités (de 1 à 10, 10 étant la plus forte) et à côté les raies déjà indiquées par M. Clève (1). En face, j'ai placé les raies de la chromosphère solaire les plus voisines, déterminées par M. Young, dans la région lumineuse, et par moi-même dans la région ultra-violette. Les intensités sont représentées avec l'échelle de 1 à 100, et une autre colonne indique la

(1) A part la raie D_3, je n'ai pas retrouvé les raies annoncées par M. Crookes.

fréquence de ces raies chromosphériques, c'est-à-dire le nombre de fois qu'elles se présentent dans l'atmosphère sur cent observations différentes. Les raies qui apparaissent toujours sont donc suivies du nombre 100; on les appelle raies *permanentes*. Elles sont peu nombreuses, et l'on en compte onze seulement dans la région lumineuse, dont cinq dues à l'hydrogène et deux au calcium; les quatre autres, parmi lesquelles est la raie D_3, ne sont pas rapportées à des éléments connus.

	Gaz de la clévéite.			*Chromosphère solaire.*		
	Longueur d'onde Clève.	Longueur d'onde Deslandres (1). Intensité.		Intensité.		Fréquence.
Lumineuses.	697,7	5	667,8	50	667,83 Y_0	25
	587,59 D_3	10	**587,60 D_3**	90	**587,60 Y**	**100 D_3**
	504,8	4	504,84	2	504,82 Y	2
	501,6	9	501,60	10	501,58 Y	30
	492,2	6	492,22	8	492,23 Y	30
	471,35	7	471,335	2	471,34 Y	2
	»	8	**447,175**	25	**447,18 Y**	**100**
	»	4	443,79	1	443,72 Y	1
	»	6	438,84	1	438,95 Y	1
	»	5	414,39	»	»	»
	»	5	412,09	»	»	»
	»	8	402,62	»	»	»
Ultra-violettes.	»	7	396,40	5	396,40 D	2
	»	10	388,875	20	388,871 D	25
	»	5	381,97	»	»	»
	»	4	370,54	5	370,59 D	2
	»	5	361,38	»	»	»
	»	4	344,77	»	»	»
	»	7	318,79	20	318,95 D	(2)
	»	5	294,57	»	»	»

» Le gaz de la clévéite émet donc, outre la raie D_3, plusieurs autres raies fortes de la chromosphère (3), et en particulier la raie 447,18, qui est permanente, si bien que le nombre des raies permanentes du Soleil, non reconnues sur la Terre, se réduit à deux.

(1) Les longueurs d'onde ont été déterminées, par comparaison avec le spectre du fer, et les raies repères de Rowland.

(2) Observée pendant l'éclipse de 1893 au Sénégal, avec un instrument de faible dispersion.

(3) Quelques-unes de ces raies fortes se retrouvent aussi dans les étoiles.

» Enfin, d'autres raies fortes de la clévéite, telles que la raie verte λ501,60 et la raie ultra-violette λ388,8 n'ont dans l'atmosphère solaire ni la même intensité relative, ni la même fréquence que la raie D_3; aussi est-on conduit à penser que le gaz est un mélange ou un composé.

» Je citerai deux autres faits à l'appui de cette opinion :

» La raie D_3, dans le tube spectral, ne se montre que dans la partie capillaire et au pôle positif; elle manque au pôle négatif, alors que la raie verte λ501 y est encore très brillante.

» Enfin, M. Lockyer a relevé dans la brœggérite, minéral voisin de la clévéite, une partie seulement des raies précédentes ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *Sur les transformations isomériques des sels de mercure.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Dans une précédente Communication j'ai montré que la transformation de l'oxyde jaune de mercure en oxyde rouge ne donnait lieu à aucun effet thermique appréciable. M. Fabre ayant constaté que la formation du séléniure de mercure cristallisé dégageait $+ 3^{Cal},96$ de plus par molécule que celle du même composé à l'état amorphe, il était intéressant d'étudier le phénomène thermique correspondant à la transformation du sulfure mercurique noir en sulfure rouge, soit amorphe, soit cristallisé.

» Pour évaluer avec rigueur la chaleur dégagée par les métamorphoses réciproques de ces composés isomériques, il est nécessaire de réaliser un état final toujours identique, ce à quoi je suis parvenu en dissolvant les diverses variétés de sulfure mercurique dans une solution saturée de monosulfure de sodium dans une lessive de soude de densité égale à 1,4. J'ai ainsi trouvé vers 15° que :

		Cal
La dissolution du sulfure noir amorphe dégageait		+2,65
»	rouge amorphe dégageait	+2,41
»	rouge cristallisé dégageait	+2,35

» D'où l'on conclut :

			Cal
HgS noir amorphe	en devenant	HgS rouge amorphe dégage	+0,24
HgS noir	»	HgS rouge cristallisé dégage	+0,30
HgS rouge	»	HgS »	+0,06

([1]) Ce travail a été fait avec le concours de mes deux assistants, MM. Ferdinand Mittau et Millochau.

» En résumé, on a pour les métamorphoses réciproques des sels de mercure dans leurs états isomériques :

HgI^2 jaune cristallisé en devenant HgI^2 rouge cristallisé dégage...	$+\overset{\text{Cal}}{3,0}$
Hg^2I^2 vert jaune amorphe en devenant Hg^2I^2 jaune amorphe dégage.	$+0,3$
HgO jaune amorphe en devenant HgO rouge amorphe dégage....	$+0,0$
HgS noir amorphe en devenant HgS rouge amorphe dégage......	$+0,24$
HgS noir amorphe en devenant HgS rouge cristallisé dégage.....	$+0,30$
HgS rouge amorphe en devenant HgS rouge cristallisé dégage....	$+0,06$
HgSe amorphe en devenant HgSe cristallisé dégage.............	$+3,96$

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde d'azote sur les sels halogènes d'antimoine.* Note de M. **V. Thomas**, présentée par M. Troost.

« J'ai eu déjà l'honneur de signaler à l'Académie l'action du bioxyde d'azote sur le chlorure de fer. J'ai pensé qu'en faisant réagir le même gaz sur les sels halogènes d'antimoine, il se formerait des composés analogues à ceux que donne le fer en pareille circonstance (¹). J'ai opéré sur les protosels d'antimoine.

» J'ai constaté tout d'abord que le bioxyde d'azote exempt de toute trace de vapeur nitreuse n'exerce sur ces sels dissous aucune action, mais que la plus petite quantité de cette vapeur détermine, dans la solution, la formation d'un précipité plus ou moins abondant.

» Si l'on dissout du trichlorure d'antimoine, soit dans du chloroforme, soit dans du sulfure de carbone, et si l'on y fait passer à froid des vapeurs d'hypoazotide, il se forme immédiatement un abondant précipité cristallin, en même temps que le dissolvant se colore fortement. La réaction doit être très exothermique, car la solution s'échauffe rapidement. Le peroxyde d'azote est complètement absorbé. Vers la fin de l'opération, il se dégage des vapeurs jaune rougeâtre. Elles sont formées en grande partie de chlorure de nitrosyle. Lorsque l'hypoazotide ne produit plus de précipité dans la solution, on filtre et on lave avec le dissolvant employé, jusqu'à ce que le précipité soit d'un beau blanc. Pendant toute la durée de la filtration, il se dégage d'abondantes vapeurs. Il suffit alors de sécher le précipité à 100°.

(¹) M. Besson a signalé, en effet, dans le *Bulletin de la Société chimique* (t. I, p. 771; 1889), l'action du bioxyde d'azote sur les perchlorures de fer et d'antimoine, comme donnant des composés analogues.

» Le corps ainsi obtenu paraît assez stable. Toutefois, au bout d'un certain temps, il émet des vapeurs acides. L'eau le décompose, et la liqueur renferme de l'acide chlorhydrique libre. Il ne se dégage pas de vapeurs nitreuses, mais quelques bulles gazeuses incolores. Soumis à l'action ménagée de la chaleur, il prend une coloration jaune brun en se décomposant. Si on le chauffe au rouge, il devient jaune et reprend à froid sa coloration blanche primitive.

» Les résultats d'analyse sont les suivants :

	A.	B.
Sb	57,67	58,09
Az	3,52	3,09
Cl	17,04	

» La formule brute $Sb^4O^{11}Az^2Cl^4$ donne les nombres suivants :

Sb	58,11
Az	3,39
Cl	17,19
O	21,31

» Si l'on dissout ce corps dans l'acide chlorhydrique et si l'on ajoute à la dissolution de l'iodure de potassium, il se fait un abondant précipité d'iode. Du reste, il existe dans sa molécule un groupement antimonieux, car il précipite en solution alcaline par l'azotate d'argent et le précipité noir qu'on obtient est insoluble dans l'ammoniaque. Je pense que la formule de ce corps est

$$2SbO^2.2SbOCl^2.Az^2O^5,$$

ou bien, en formule typique,

$$\left.\begin{matrix}2(SbOCl^2)'\\2(SbO)'\\2(AzO^2)'\end{matrix}\right\}O^3.$$

» Si l'on opère avec le bromure dissous dans le chloroforme de la même manière, on observe des phénomènes analogues, mais le précipité cristallisé qu'on obtient ne renferme plus de brome. Il est plus stable que le précédent : l'eau ne le décompose pas et semble ne pas le dissoudre. La chaleur le transforme comme le précédent, d'abord en acide antimonique Sb^2O^5, finalement en antimoniate de protoxyde d'antimoine $Sb^2O^5.Sb^2O^3$.

» Les résultats d'analyse sont :

	A.	B.	C.
Sb	64,07	64,00	64,31
Az	3,89	4,05	»
Br.............	0,00	0,00	0,00

» La formule $Sb^4O^{15}Az^4$ conduit à la composition centésimale

Sb	64,17
Az	3,74

» La molécule renferme l'antimoine à l'état d'acide antimonique Sb^2O^5. Sa formule est sans doute $(Sb^2O^5)^2Az^2O^5$ ou à la façon typique

$$\left.\begin{matrix} 4(SbO^2)' \\ 2(AzO^2)' \end{matrix}\right\} O^3.$$

» Ce composé serait analogue à celui que Peligot a signalé entre l'anhydride azotique et l'anhydride antimonieux. D'après lui il correspond à la formule $(Sb^2O^3)^2Az^2O^5$ ou bien

$$\left.\begin{matrix} 4(SbO)' \\ 2(AzO^2)' \end{matrix}\right\} O^3.$$

» Je ferai remarquer que le premier composé que j'ai décrit peut être considéré comme dérivant par substitution de O^2 à Cl^4 du corps $(Sb^2O^4)^2Az^2O^5$ ou

$$\left.\begin{matrix} 2(SbO^2)' \\ 2(SbO)' \\ 2(AzO^2)' \end{matrix}\right\} O^3.$$

» Si comme point de départ on prend le triiodure d'antimoine en solution éthérée, on arrive encore au corps $(Sb^2O^5)^2Az^2O^5$; mais la réaction est beaucoup moins exothermique, cela tenant sans doute à ce que l'iode ne peut, comme le chlore et le brome, former des composés avec les oxydes d'azote. Je signalerai pendant la filtration l'apparition de fumées blanches et le dégagement très abondant de bulles gazeuses à peine colorées. J'espère pouvoir revenir bientôt sur ces particularités et en donner une explication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleurs de formation du chlorure de benzoyle et du chlorure de toluyle.* Note de M. **Paul Rivals**.

« MM. Berthelot et Louguinine ont déterminé les chaleurs de formation, à partir des éléments, des chlorures des acides gras, en les décomposant

par l'eau ou par la potasse, et ils ont trouvé que la chaleur dégagée est à peu près la même pour les différents chlorures, soit environ $+22^{Cal}$ pour la décomposition par l'eau.

» Je me suis proposé d'étendre ces recherches aux chlorures des acides aromatiques, mais, comme je ne pouvais songer à décomposer à froid ces chlorures par l'eau ou la potasse, ces réactions étant trop lentes, j'ai dû les brûler dans la bombe calorimétrique. Les valeurs que j'ai obtenues pour les chaleurs de combustion sont certainement exactes à $\frac{1}{300}$ près et, dès lors, les nombres que j'en déduis pour les chaleurs de formation, de décomposition par l'eau, de substitution du chlore, etc., sont connus avec une erreur absolue probable de 2^{Cal}.

» La précision de mes calculs est donc bien moins grande que celle obtenue dans une réaction directe par MM. Berthelot et Louguinine; mais une précision plus grande ne modifierait en rien les conclusions théoriques auxquelles je suis conduit.

» 1. *Chlorure de benzoyle.* — Le corps a été d'abord analysé pour en constater la pureté. Il m'a donné : chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire et mesurée dans la bombe, de façon à amener tout le chlore à l'état d'acide chlorhydrique étendu

$$C^7H^5ClO + 15o + \text{Eau} = 7CO^2 + 2H^2O + HCl \text{ dissous :}$$

A volume constant..... $+783^{Cal},33$ A pression constante... $+783^{Cal},61$

» D'où je déduis : chaleur de formation, à partir des éléments du chlorure de benzoyle liquide

$C^7(\text{diamant}) + H^5 + Cl + O = C^7H^5ClO$ .... $+53^{Cal},9$

» On en conclut la chaleur de décomposition, par l'eau du chlorure de benzoyle en liqueur étendue :

C^7H^5ClO liq. + H^2O liq. + Aq = $C^7H^6O^2$ diss. + HCl diss. + Aq...... $+4^{Cal},2$

» On aurait pour la réaction rapportée aux composés non dissous :

C^7H^5ClO liq. + H^2O liq. = $C^7H^6O^2$ sol. + HCl gaz....... $-6^{Cal},7$

» Ces nombres sont très différents de ceux que fournissent les chlorures des acides minéraux et les chlorures des acides gras, ce qui explique pourquoi les chlorures des acides aromatiques se comportent différemment des premiers; ils sont plus difficilement décomposables par l'eau, leur décomposition par l'eau n'étant d'ailleurs exothermique que grâce à la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau du gaz chlorhydrique mis en liberté.

» D'autre part, on peut déduire de mes nombres la chaleur de substitution du chlore à l'hydrogène fonctionnel de l'aldéhyde benzylique

C^7H^6O liq. + Cl^2 = C^7H^5ClO liq. + HCl gaz............ $+50^{Cal},3$

» Or la même substitution, dans les aldéhydes de la série grasse, dégage de 28^{Cal} à 30^{Cal}. Cette différence répond d'ailleurs à celle que MM. Berthelot et Matignon ont reconnue entre les substitutions chlorées dans la benzine, qui correspondent à des phénomènes thermiques de $+40^{Cal}$ environ, et les substitutions chlorées dans les carbures de la série grasse, qui correspondent à des dégagements de chaleur de 25^{Cal} à 30^{Cal}.

» Pour contrôler les résultats obtenus, j'ai cru devoir décomposer le chlorure de benzoyle par l'ammoniaque concentrée; il y a formation immédiate de chlorhydrate d'ammoniaque et de benzamide.

» J'ai trouvé aussi que la réaction

C^7H^5ClO liq. + $2AzH^3$ diss. = AzH^4Cl diss. + $C^7H^5OAzH^2$ précipité
Dégagé : valeur trouvée.............................. $+24^{Cal},6$
» » calculée.............................. $+26^{Cal},2$

» L'écart est de l'ordre des erreurs de ce genre d'expériences.

» 2. *Chlorure de toluyle ortho.* — J'ai préparé ce corps par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide orthotoluique; je l'ai rectifié plusieurs fois, analysé et trouvé pur. Il m'a donné :

» Chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire :

A volume constant... $943^{Cal},07$ A pression constante. $943^{Cal},64$

» Chaleur de formation à partir des éléments du chlorure de toluyle liquide : $+ 57^{Cal},6$.

» Ce nombre surpasse de $+ 3^{Cal},7$ la formation du chlorure de benzoyle homologue, valeur qui ne s'écarte guère des relations générales observées entre la formation des composés homologues.

» La chaleur dégagée par la décomposition du chlorure de toluyle par l'eau est la suivante :

C^8H^7ClO liq. + H^2O liq. = $C^8H^8O^2$ sol. + HCl gaz.... -3^{Cal}

nombre comparable, dans la limite des erreurs d'expériences, à celui que m'a fourni le chlorure de benzoyle.

» Comparons deux à deux les chaleurs de formation de la benzine liquide ($-4^{Cal},1$) et de l'acide benzoïque solide ($+ 94^{Cal},2$) : la différence est $+ 98^{Cal},3$.

» Celle du toluène liquide ($+2^{Cal},3$) et de l'acide toluique solide ($+101^{Cal},6$) : la différence est $+99^{Cal},3$.

» On voit que la chaleur dégagée est à très peu près la même lorsqu'on substitue le groupement CO^2H à l'hydrogène dans la benzine ou dans le toluène.

» Je remarque de même que si l'on substitue le groupement COCl à un hydrogène de la benzine ou du toluène, pour obtenir les chlorures de benzoyle ou de toluyle, l'accroissement de la chaleur de formation est, dans le premier cas, de $+58^{Cal}$, dans le deuxième de $+55^{Cal},3$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de la sénécionine et de la sénécine*. Note de MM. **A. Grandval** et **H. Lajoux**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans le courant de l'année dernière, nous avons lu, dans un journal médical anglais, que le *séneçon* (sans indication d'espèce) était, dans certaines parties de l'Angleterre, un remède populaire contre l'aménorrhée.

» Vers la même époque, M. W. Murrel publia le résultat de ses observations sur les propriétés thérapeutiques de l'extrait de *senecio jacobea* (vulgairement grande jacobée); il reconnut que cet extrait est un puissant stimulant des fonctions cataméniales ([1]).

» Ces considérations nous ont engagés à étudier, au point de vue chimique, les différentes espèces de séneçon, à rechercher si elles ne contiendraient pas un ou plusieurs principes particuliers. Nos recherches ont d'abord porté sur le *senecio vulgaris*.

» Un essai sur une petite quantité de poudre de cette plante nous a montré qu'elle contient une faible quantité d'un alcaloïde. Pour obtenir économiquement ce dernier, nous avons employé, avec de légères modifications, le procédé que nous avons fait connaître précédemment ([2]); ce procédé s'applique à tous les cas où l'alcaloïde est facilement précipité par l'iodure double de mercure et de potassium.

» I. *Préparation de la sénécionine.* — La plante entière est séchée et pulvérisée; on mélange intimement la poudre avec son poids d'une solution à $\frac{1}{10}$ d'acétate de plomb cristallisé, légèrement acidulée par l'acide acétique. On abandonne la masse à elle-même pendant quelques minutes pour permettre à la poudre de bien se gonfler. On la

([1]) *Brit. medical Journal*, 1894, p. 679. Ce travail se trouve aujourd'hui résumé dans les *Annales* de 1894, publiées par E. Merck (Darmstadt, février 1895).

([2]) *Dosage des alcaloïdes à l'aide de l'iodure double de mercure et de potassium* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1893).

tasse ensuite fortement dans un appareil à déplacement en grès, de grandes dimensions. On l'épuise par l'eau jusqu'à ce que l'on reconnaisse, par un essai fort simple et qu'il serait inutile de rapporter ici, que l'alcaloïde a été entièrement enlevé.

» La liqueur provenant de la lixiviation est additionnée d'un excès d'acide sulfurique qui la débarrasse du plomb; on filtre et l'on ajoute un excès d'iodure double de mercure et de potassium (réactif Valser). Il se forme un précipité complexe qui renferme tout l'alcaloïde. On laisse déposer vingt-quatre heures, on décante le liquide surnageant le précipité que l'on décompose par une solution de sulfhydrate de sulfure de sodium, selon le procédé que nous avons donné dans notre Mémoire précédemment cité. L'iodhydrate d'alcaloïde et de mercure est décomposé en iodure de sodium, alcaloïde et sulfure de mercure. On abandonne le mélange à lui-même pendant une demi-heure en agitant de temps en temps, puis on l'additionne d'acide tartrique jusqu'à réaction franchement acide; on filtre et on lave le précipité de sulfure de mercure.

» Les liqueurs filtrées sont réunies et concentrées au bain-marie, en consistance sirupeuse; on reprend ce résidu par l'alcool à 95° qui en sépare une matière brune, visqueuse, adhérente à l'agitateur. On filtre; on lave le filtre avec le même alcool et l'on obtient une liqueur jaune pâle que l'on évapore jusqu'à complète disparition de l'alcool. On reprend le résidu par un peu d'eau. On additionne la solution d'un léger excès d'ammoniaque et l'on agite avec du chloroforme. Ce dissolvant se sépare très bien sans qu'il se produise d'émulsion, l'alcool ayant éliminé les substances émulsionnantes. Par l'évaporation du chloroforme à une douce chaleur, on obtient l'alcaloïde en beaux cristaux souvent groupés en barbes de plume.

» Le rendement de la plante en alcaloïde est variable et toujours très faible; mais il faut remarquer que nos recherches ont porté sur des plantes récoltées à l'arrière-saison et croissant dans les terrains les plus variés.

» Voici ces rendements pour 1000gr de poudre sèche :

En septembre 1894.............	0gr,135	d'alcaloïde
En octobre 1894................	0,200	»
»	0,207	»
»	0,486	»
»	0,382	»
En novembre 1894.............	0,068	»

» Le dernier rendement est le plus faible de tous; mais à l'époque où le séneçon fut recueilli, il possédait de grosses racines fibreuses et il y en avait eu plusieurs gelées.

» *Purification.* — Le produit obtenu comme nous venons de le dire est un peu jaunâtre; pour le purifier nous le broyons avec un peu d'alcool à 80° qui s'empare de la matière colorante; on décante l'alcool : l'alcaloïde est alors parfaitement blanc. On le dissout ensuite dans le moins possible d'alcool fort et bouillant qui l'abandonne cristallisé par le refroidissement. C'est à cet alcaloïde que nous donnons le nom de *sénécionine.* On verra plus loin que nous avons retiré de l'alcool employé à sa purification un second alcaloïde.

» *Propriétés de la sénécionine.* — Cet alcaloïde cristallise avec la plus grande facilité de ses dissolutions chloroformiques; les cristaux sont plus

volumineux quand ils se forment au sein d'une solution alcoolique. Ils se présentent sous la forme de tables rhomboïdales.

» Abandonnés dans le vide ou simplement sous une cloche, en présence d'acide sulfurique, ils sont anhydres.

» La saveur de la sénécionine est nettement amère sans être très forte.

» 100 parties d'alcool à 90° en dissolvent 0,64 partie à la température de 18°. Elle est soluble dans le chloroforme, à peine soluble dans l'éther. Son pouvoir rotatoire est $(\alpha)_D = - 80°,49$. Sa réaction est fortement alcaline; elle sature parfaitement les acides, mais, jusqu'ici, il nous a été impossible d'obtenir des sels cristallisés avec les faibles quantités d'alcaloïdes dont nous disposions.

» Son poids moléculaire, déduit de sa capacité de saturation, a été trouvé égal à 350,87; on peut donc adopter le nombre 351.

» L'analyse élémentaire nous a fourni, pour 100 parties d'alcaloïde: C : 61,62; H : 7,26; Az : 3,86.

» Ces proportions, rapportées au poids moléculaire 351, conduisent, pour la sénécionine, à la formule $C^{18}H^{26}AzO^{6}$.

» La sénécionine ne possède pas de réactions bien tranchées; cependant, additionné de ferricyanure de potassium et de chlorure ferrique, elle donne du bleu de Prusse. Traitée par le permanganate de potasse et l'acide sulfurique, elle prend une couleur violacée. Quelquefois elle prend une teinte rosée par l'acide nitrique, mais la coloration est très faible et doit être attribuée à la présence de traces du second alcaloïde, la sénécine.

» II. *Préparation de la sénécine.* — Les eaux-mères alcooliques provenant de la purification de l'alcaloïde brut ont été évaporées à sec au bain-marie et le résidu traité par de l'éther pur. La solution éthérée a laissé, par évaporation spontanée, un résidu coloré en jaune brun, d'une amertume excessive. Ce résidu a été dissous dans l'eau bouillante acidulée par l'acide tartrique; la solution filtrée a abandonné, par le refroidissement, des cristaux aiguillés que l'on a purifiés par des lavages à l'eau froide. Ces cristaux s'effleurissent à l'air très rapidement; leur réaction est acide. Ce sel est d'un alcoloïde différent de la sénécionine et que nous proposons de nommer *sénécine*, en attendant que de nouvelles recherches nous aient éclairé sur sa composition. Nous n'avons pas encore fait son analyse élémentaire, ne disposant que d'une quantité trop faible; mais nous avons déterminé les caractères qui différencient nettement la sénécine de la sénécionine.

» La sénécine a une saveur incomparablement plus amère que la sénécionine. La sénécine est soluble dans l'éther, qui l'abandonne en cristaux formant de magnifiques houppes soyeuses. La sénécionine est à peine soluble dans ce véhicule. La sénécine forme, avec l'acide tartrique, un tartrate acide très peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante;

les cristaux sont efflorescents. Nous n'avons pu obtenir, à l'état cristallisé, le tartrate de sénécionine correspondant.

» Voici maintenant des réactions colorées propres à la sénécine et qui la distinguent nettement de la sénécionine, cette dernière ne les possédant pas : *Par l'acide sulfurique :* coloration jaunâtre, puis rouge brun violacé. *Par l'acide nitrique :* coloration rouge violacé avec un précipité violet foncé. *Par l'acide sulfovanadique :* coloration brun violacé.

» La sénécine partage avec la sénécionine la propriété de réduire le ferricyanure de potassium et de donner une coloration violacée par le permanganate de potasse et l'acide sulfurique.

» Nous pouvons conclure de nos recherches que nous avons extrait du séneçon vulgaire deux alcaloïdes doués de propriétés chimiques bien différentes. Ces deux corps augmentent la liste des rares alcaloïdes que l'on a retirés jusqu'à ce jour des plantes de la famille des Composées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la benzène-sulfo-orthotoluidine et quelques-uns de ses dérivés.* Note de M. **Ch. Rabaut**, présentée par M. A. Gautier.

« On sait que les amides aromatiques, dérivant des carbures contenant une chaîne latérale grasse, donnent par oxydation, au moyen du permanganate de potassium, les acides benzoïques amidés correspondants ; on sait de plus que ces amides, traitées à chaud par les acides étendus, régénèrent l'amine et l'acide qui leur ont donné naissance. Dans le but de voir si ces propriétés se présentaient dans les sulfamides aromatiques à chaîne latérale grasse, j'ai préparé la benzène-sulfo-ortholuidine et j'ai fait agir sur elle le permanganate et l'acide azotique étendu. Ces deux oxydants m'ont donné les résultats que je vais indiquer.

» *Benzène-sulfo-orthotoluidine :* $C^6H^5.SO^2.AzH.C^6H^4.CH^3$ $(AzH^2.CH^3)(2.1)$. — Ce corps se prépare en chauffant au bain-marie et au réfrigérant ascendant un mélange de 1 molécule du chlorure de l'acide benzènemonosulfonique $C^6H^5.SO^2Cl$, et 2 molécules d'orthotoluidine. On emploie de l'alcool fort ou de la benzine pour étendre ce mélange et modérer la réaction. Après deux heures de chauffe environ, on récupère l'alcool, et l'on traite le résidu solide par une lessive de potasse. On décante la toluidine mise en liberté, et l'on neutralise la solution alcaline par de l'acide chlorhydrique. Il se sépare de la benzènesulfo-orthotoluidine, formée suivant la réaction

$$C^6H^5.SO^2Cl + 2(CH^3.C^6H^4.AzH^2)$$
$$= C^6H^5.SO^2.AzH.C^6H^4.CH^3 + CH^3.C^6H^4AzH^2.HCl.$$

après purification par l'alcool, on obtient des cristaux blancs fusibles à 122°-123° et qui distillent sans décomposition vers 290°-295° sous 5 à 6 centimètres de pression.

» Ce composé est très soluble dans l'alcool, la benzine, l'acétone et dans les alcalis caustiques. Insoluble à froid dans l'eau, il se dissout un peu à chaud et donne, par refroidissement de sa solution, des houppes soyeuses semblables à de la benzidine. A l'analyse on trouve

	Théorie pour $C^6H^5.SO^2.AzH.C^6H^4.CH^3$.	Trouvé.
C.................	63,25	63,19
H.................	5,26	5,35
Az................	5,66	5,46
S.................	12,96	12,91
O.................	12,97	»
	100,00	

» Le permanganate de potassium en solution acide ou alcaline détruit ce corps. On retrouve de l'acide sulfurique dans la liqueur.

» L'acide azotique étendu, de densité 1,10, donne, après une ébullition de vingt heures, un corps jaune insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et fondant à 167°-168°. Ce composé est un dérivé dinitré. En effet, à l'analyse, on trouve

	Théorie pour $C^6H^5.SO^2.AzH.C^6H^2.(AzO^2)^2CH^3$.	Trouvé.
C.........	46,28	46,60
H.........	3,26	3,67
Az........	12,46	12,47
S.........	9,49	9,87
O.........	28,48	»
	99,97	

» L'acéto-orthotoluidine chauffée avec de l'acide azotique de même densité est, au contraire, complètement décomposée en acide acétique et toluidine au bout d'une heure d'ébullition.

» *Constitution du dérivé dinitré.* — Ce composé nitré, chauffé en tubes scellés à 140° pendant quatre heures avec de l'acide chlorhydrique concentré, donne un produit jaune qui, purifié par cristallisation dans l'acétone, fond à 208°-209°. Par son point de fusion et son analyse, ce corps correspond à la dinitro-orthotoluidine ($CH^3.AzH^2.AzO^2AzO^2$.1.2.3.5) (1) décrite

(1) Cette dinitro-orthotoluidine traitée par la méthode de MM. Prud'homme et Rabaut [*Action du chlorure cuivreux sur l'azotate de la base* (*Bull.*, 3e série, p. 223, t. VII)] donne, par entraînement avec la vapeur d'eau, le dérivé chloré correspondant $CH^3.C^6H^2Cl.(AzO^2)^2$ ($CH^3.Cl.AzO^2.AzO^2$ .1.2.3.5), formant des cristaux jaunes fusibles à 45°-46°. Ce corps n'avait pas encore été signalé dans la littérature chimique.

par Städel (*Berichte*, 1881; p. 899). L'analyse donne

	Théorie pour $CH^3.C^6H^2.(AzO^2)^2AzH^2$ (1).	Trouvé.
C.........	42,64	42,72
H.........	3,55	3,47
Az........	21,31	21,70
O.........	32,48	»
	99,98	

» Par suite la constitution du dérivé dinitré est la suivante :

CH^3

$SO^2.AzH$ 1 2 6

AzO^2 3 5 AzO^2

4

» Ce corps a des propriétés acides très marquées; il se dissout dans les alcalis et décompose à 100° le carbonate de baryum. On obtient ainsi une solution rouge, qui, évaporée, donne un liquide sirupeux se transformant en cristaux jaunes au bout de quelque temps.

» Ces cristaux constituent le dérivé barytique correspondant; ils ne se décomposent que vers 215°. Ils perdent une molécule d'eau à 140°.

L'analyse donne :

	Théorie pour $C^6H^5.SO^2$ Az. $C^6H^2.CH^3.(AzO^2)^2$. — Ba — $C^6H^5.SO^2.AzC^6H^2.CH^3.(AzO^2)^2$. $+ H^2O$	Trouvé.
Ba..........	16,55 pour 100	16,24
H^2O.........	1,92 pour 100	1,70

» La solution barytique froide précipite par CO^2, mais ne précipite pas à chaud. L'acide chlorhydrique précipite à chaud ou à froid le dérivé dinitré. C'est même là la meilleure méthode pour le purifier.

» L'acide azotique à 36° Bé dissout la benzènesulfo-ortholuidine vers 60°; par refroidissement il se sépare des cristaux jaunes représentant le même dérivé dinitré que celui obtenu par l'ébullition avec l'acide azotique de densité 1,10. Dans les deux cas, le rendement en produit pur est sensiblement le même et égal à environ 75 pour 100.

» Par réduction au moyen de l'étain et de l'acide chlorhydrique, ce dérivé dinitré se change en dérivé diaminé se présentant sous la forme d'ai-

guilles blanches, rougissant à l'air, solubles dans l'alcool et fondant à 217°. Sa constitution se déduit de celle du dérivé dinitré générateur.

» On obtient à l'analyse :

	Théorie pour $C^6H^5.SO^2.AzH\,C^6H^3.CH^3.AzH^2.AzH^2$. (2) (1) (3) 5	Trouvé.
C..........	56,31	56,49
H..........	5,41	5,64
S..........	11,55	11,89
Az..........	15,16	15,90
O..........	11,55	
	99,98	

» Cette base forme des sels très solubles dans l'eau et se diazote facilement; elle absorbe deux molécules de nitrite.

» En résumé, on voit la grande résistance de la benzène-sulfo-orthotoluidine à l'oxydation, ainsi que sa grande stabilité en présence des acides étendus et à chaud, et cela malgré son caractère d'amide.

» Dans le but de vérifier si ces propriétés sont générales pour la classe des sulfamides, je me propose de les étudier à ce point de vue ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse d'un os de momie.* Note de M. **Thezard.**

« Os (tibia) très blanc, quelques gerçures, poreux, piqué en quelques endroits par les insectes, très cassant, intérieur vermoulu, est celui d'un adulte, rapporté d'Égypte par M. F. Dupont, chimiste à Paris, qui l'a trouvé dans une des nombreuses tombes qui avoisinent la pyramide à degrés de Sakkarah (date incertaine).

» Quelle est l'antiquité de ce débris humain? Il est impossible de le dire, car quelques-unes de ces tombes datent de la IIIe dynastie, 4500 ans avant notre ère, tandis que d'autres ne remontent qu'à la période saïte (XXVIe dynastie) 665 à 527 ans avant J.-C., et même à l'époque des Ptolémées, 306 à 30 avant notre ère.

([1]) Laboratoire des Travaux pratiques de Chimie, Faculté de Médecine de Paris.

» Densité de l'os réduit en poudre 2,0974, vide des interstices déduit.

		Pour 100.
Humidité		7,900
Matières organiques pour 100 : 24,031 dont.	Azote pour 100 : 3,163, correspondant à matière azotée	19,769
	Matière grasse	0,850
	Matières organiques autres	3,412
Acide phosphorique		24,700
Chaux		33,380
Magnésie		0,762
Potasse		0,126
Soude		1,145
Oxyde de fer		0,240
Alumine		0,534
Silice		0,800
Acide carbonique		4,530
» sulfurique		0,264
» nitrique		0,551
Chlore		0,709
Fluor		traces
Non dosé		0,328
		100,000
Acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque		2,644
Acide phosphorique soluble dans l'acide acétique		18,160

» Dans les 3,412 pour 100 de matières organiques autres, il y a des traces de cellulose, car si l'on traite la poudre de cet os par la liqueur cupro-ammonique (formule Peligot) on obtient des traces d'un produit semblable à la cellulose; le résultat est le même par un traitement à l'acide chlorhydrique, puis à la soude, à l'alcool et à l'éther.

» Il est possible que cet os ait subi quelques modifications par la suite de son contact avec la terre, et que certains éléments, tels que l'oxyde de fer, l'alumine et la silice, y aient été ainsi apportés.

» L'acide nitrique a dû prendre naissance dans la décomposition des matières organiques en présence du calcaire.

» Dans quelles conditions chaque élément est-il combiné? il me paraît difficile de se prononcer; mais les calculs indiqueraient assez que les combinaisons existent de la façon suivante :

Analyse précédente calculée.

Humidité		7,900
Matières organiques pour 100 dont....	Azote pour 100 : 3,163 correspondant à matière azotée.	19,769
	Matière grasse	0,850
	Matières organiques autres	3,412
Phosphate de chaux tricalcique		50,940
» de magnésie 2 MgO, PhO^5		2,095
Carbonate de chaux		10,365
Nitrate de potasse		0,270
» de soude		0,644
Chlorure de sodium		1,338
Sulfate de soude		0,469
Oxyde de fer		0,240
Alumine		0,534
Silice		0,800
Fluor		traces
Non dosé		0,374
		100,000

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une leucomaïne extraite des urines dans l'*Angina pectoris. Note de MM. **A.-B. Griffiths** et **C. Massey**.

« La méthode qui nous a permis d'extraire cette leucomaïne urinaire a déjà été décrite dans les *Comptes rendus*, t. CXIII, p. 656.

» Cette base est une substance blanche cristalline, soluble dans l'eau, à réaction faiblement alcaline. Elle forme un chlorhydrate, un chloroplatinate et un chloraurate cristallisés; elle donne un précipité jaunâtre avec l'acide phosphotungstique, jaune avec l'acide phosphomolybdique, rouge avec l'acide tannique, verdâtre avec le nitrate d'argent. Le chlorure mercurique forme avec elle un précipité verdâtre, et le réactif de Nessler donne un précipité brun.

» Les analyses de cette base ont donné les résultats suivants :

Substance employée	$0^{gr},16425$
CO^2	0,35115
H^2O	0,06705
Substance employée	$0^{gr},17775$
Volume d'azote	$10^{cc},65$
Température	18°
Pression barométrique	766^{mm}

	Trouvé.		Calculé pour $C^{10}H^9AzO^4$.
	I.	II.	
Carbone	58,30	»	57,97
Hydrogène	4,53	»	4,34
Azote	»	7,01	6,76
Oxygène	»	»	30,93

» Ces résultats assignent la formule $C^{10}H^9AzO^4$ à la nouvelle leucomaïne.

» Cette base est très vénéneuse; elle produit une fièvre et la mort en deux heures. Cette leucomaïne ne se rencontre pas dans les urines normales; elle est donc bien formée dans l'économie au cours de cette maladie (*Angina pectoris*). »

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques perfectionnements apportés à la préparation et à l'étude de plaques minces de roches sédimentaires calcaires*. Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Les roches calcaires et calcaréo-marneuses ou gréseuses sédimentaires, friables ou dures, peuvent être réduites en lames minces par les procédés ordinaires ; mais, malgré l'habileté de certains praticiens, elles sont rarement assez transparentes pour se prêter à toutes les recherches microscopiques sur leur structure.

» Pour obtenir des coupes très minces, nous avons utilisé l'action de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique, ou tel autre acide énergique, au $\frac{1}{100}$, plus rarement au $\frac{1}{50}$, projetée à l'aide d'un vaporisateur sur les plaques déjà amincies par les procédés ordinaires.

» On évite ainsi l'action trop brutale et surtout trop inégale des acides moins étendus appliqués directement sur les plaques de préparation, et on parvient à la régulariser dans certaines limites. S'il s'agit d'un calcaire compact à structure homogène, l'attaque est bien régulière, tandis que sur des roches oolithiques, demi-marneuses, demi-cristallines, elle l'est bien moins.

» Il faut alors dresser à nouveau la coupe, l'aplanir, pour reprendre l'action de l'acide pulvérisé et répéter cette série d'opérations alternées jusqu'à ce que la coupe soit absolument transparente.

» Cette manière d'opérer peut être appliquée à toutes les roches calcaires et calcaréo-marneuses sans exception ; elle rend aussi des services lorsqu'il s'agit de fossiles, végétaux ou animaux.

» Dans le premier cas, elle permet souvent de mieux reconnaître que dans les coupes plus épaisses la nature des débris organiques disséminés au milieu du magma calcaire.

» Dans le second cas, pour les coquilles fossiles à test cristallin, tels que les trigonies du bajocien de Lorraine, il est possible sur une coupe transversale de reconnaître, sous les clivages de la calcite, la trame organique conservée par places, avec ses entrecroisements de fibrilles caractéristiques. Pour les végétaux fossiles, il nous suffira de citer les *Lithothamnium* tertiaires, dont les coupes fines ainsi préparées permettent non seulement de reconnaître et d'étudier la structure cellulaire, mais aussi les organes reproducteurs, conceptacles mâles et femelles.

» Dans certains cas, on peut même rendre les coupes ainsi préparées plus faciles à *lire*, en les colorant artificiellement. Pour réussir, il faut choisir des roches peu marneuses et non colorées par l'oxyde de fer. Les colorants employés jusqu'ici ont été surtout l'hématoxyline alunée et le vert malachite.

» Ces colorants, que l'on pourra varier, ont sur les coupes fines une action assez rapide, qui, ordinairement, ne doit pas être prolongée au delà de cinq minutes. Cette action, suivant les cas, est superficielle ou profonde. En enlevant à l'aide d'une baguette d'émeri la couche superficielle de la coupe, les parties profondes colorées apparaissent plus facilement.

» Dans l'action des colorants, deux cas peuvent se présenter : le fond reste incolore ou se colore à peine par dépôt interstitiel de matière colorante, tandis que le fossile, ou débris de fossile, à peine visible sur la coupe, paraît vivement teinté. C'est le cas du calcaire cristallin blanc silurien de Koniepruz (Bohême); des bryozoaires apparaissent en bleu violet (hématoxyline) sur fond cristallin incolore.

» Dans un second cas, le fond se colore plus que le fossile ou débris de fossile, qui apparaît, là où on le distinguait à peine, en blanc sur un fond bleu violacé (hématoxyline). Les calcaires cristallins du Rauracien d'Istein (grand-duché de Bade), homogènes en apparence, se présentent ainsi remplis de débris de spongiaires et de polypiers.

» Enfin les colorations peuvent encore rendre des services pour l'étude de la trame cellulaire des algues calcaires du type Lithothamnium, pour mieux isoler les conceptacles qui ne se colorent pas. Dans les cas d'analyse de roches calcaires, les fragments de Crinoïdes, d'Échinides, de Brachiopodes se décèlent facilement, le colorant se fixant seulement dans le

remplissage des perforations du test. Pour les Foraminifères de petite taille, entiers ou en débris, le colorant, se fixant souvent dans leurs cavités, les fait mieux ressortir.

» En résumé, en combinant ces deux procédés ou en employant l'un d'eux, amincissement des coupes par l'eau acidulée pulvérisée, on arrive dans certains cas à découvrir des organismes, entiers ou en débris, dans des roches calcaires complètement noires. Tel est le cas d'un calcaire bitumineux noir du malm inférieur de Cabeço (Portugal), qui contient, outre des débris charbonneux indéterminables, des organismes cellulaires bien nets.

» On parvient aussi à obtenir des coupes typiques du squelette des fossiles, microscopiques ou non, qui deviennent précieuses pour l'analyse des sédiments calcaires. Les colorants, dont nous venons d'indiquer l'action, pourront donc contribuer aux progrès de l'Océanographie rétrospective, comme le font les colorants appliqués à la Pathologie, à l'Anatomie microscopique, à la Botanique. »

BOTANIQUE. — *Sur les partitions anomales des fougères.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Chatin.

« En opposant à l'hypothèse d'une cause traumatique et probablement parasitaire, que j'avais déduite de multiples observations sur la partition anomale de presque tous les genres de fougères (¹), le fait de la répétition annuelle de la monstruosité sur les Scolopendres d'un intérieur de puits, M. Ernest Olivier (²) paraît avoir ignoré et les observations contradictoires de dom B. Rimelin sur ces mêmes Scolopendres (³), et ses relevés statistiques (⁴), et l'étude que je publiai ensuite sur un grand nombre d'autres fougères (⁵), et surtout les remarquables travaux des botanistes anglais, cités dans ma première Note (⁶), indiquant les conditions dans lesquelles s'établit l'hérédité de l'anomalie.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 517; 4 mars 1895.

(2) *Ibid.*, t. CXX, p. 693; 25 mars 1895.

(3) *Ibid.*, t. CVIII, p. 249; 4 février 1889.

(4) Proslogium, *Bulletin de l'Observatoire de Grignon*, t. I, p. 102.

(5) *La Nature*, n° 842, 17ᵉ ann., 2ᵉ sem., p. 122; 20 juillet 1889, et *Feuille des jeunes naturalistes*, n° 293, 25ᵉ ann., 3ᵉ série, p. 66; 1ᵉʳ mars 1895.

(6) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 120; 5 juillet 1889.

» Que, dans un endroit clos, comme un puits, et à ambiances particulièrement propices, par leur constance, à la perpétuation de la cause tératologique inconnue aussi bien que de l'effet observé, celui-ci, même sans celle-là, se soit maintenu pendant des années, c'est ce qui ne saurait étonner quiconque a connu les expériences de J. Scott (¹), Mac Nab (²), Ch. Druery (³), sur la fixation par culture et la reproduction par semis de la monstruosité des Scolopendres.

» Que, d'autre part, ainsi que l'a constaté dom B. Rimelin, la répétition sur place ne s'observe point dans les conditions ordinaires, c'est ce qu'expliquent fort bien les observations de M.-K. Bridgmann (⁴) sur l'infériorité que montrent, dans la lutte pour l'existence, les plantons anomaux, qui ne tardent jamais, malgré leur nombre, à être étouffés par les autres, ceux-ci finissant toujours, si on ne les en empêche, par bénéficier seuls de la loi de concurrence vitale, au profit de la régression au type et du maintien de la forme spécifique.

» Quant à l'argument, à cycle négatif, tiré de ce que, « dans les bois » frais et rocheux des environs de Besançon, où le *Scolopendrium officinale* est très abondant, M. E. Olivier n'a jamais trouvé de frondes bifurquées, anomalie qui devrait s'offrir souvent dans cette région, si elle » était due à la piqûre d'un parasite, qui se multiplierait d'autant plus que » la plante sur laquelle il vit est plus répandue », il repose sur un *postulatum* de proportionnalité entre l'être sain et ses ennemis dont la fragilité est démontrée; pour ne citer qu'un exemple, par l'inégalité de la lutte entreprise, sur le terrain parasitaire, contre le criquet d'Algérie.

» Les fougères ont beau être communes partout : leurs chenilles sont rares. Est-ce à elles, plutôt qu'à un autre insecte ou parasite microscopique, qu'il faut attribuer ces sortes d'îlots de monstruosités qu'il m'a été donné d'observer sur les espèces les plus diverses, à grands intervalles de temps et de lieux? Je me garde de l'affirmer. Mais il serait assurément regrettable que, sur la simple apparence trompeuse du *Scolopendrium officinale,* l'on voulût, dans une question toujours ouverte, rejeter le modeste appoint d'une série d'observations variées, faites sur des cas vraiment spo-

(¹) *Trans. of the bot. Society of Edinburgh*, t. VII, p. 352.
(²) *Ibid.*, t. VIII, p. 510.
(³) *Ibid.*, t. XVI, p. 17.
(⁴) *Annals and Mag. of Natural History*, t. VIII, 3e série, p. 490.

radiques, c'est-à-dire dans des conditions où n'a pas encore été marquée, par adaptation ou par hérédité, la cause première, indiscutablement accidentelle, qu'il serait encore intéressant de rechercher, alors même qu'on la voudrait croire, avec M. E. de Bergerin (1), d'ordre général, physiologique, interne, et non, avec moi, pathologique, locale, externe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les catastrophes de Titel en Banat et de Mendoza (République argentine).* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Deux périodes solaires exactes s'étaient écoulées depuis la catastrophe de Laibach, les violentes secousses de Sicile et l'éruption du Collima au Mexique quand une nouvelle catastrophe se produisit à Mendoza (République argentine), ville de 10000 habitants, au pied des Andes, sur le versant oriental. Le 8 mai, au matin, de violentes secousses détruisirent la ville et forcèrent les habitants à s'enfuir. En 1861, le 20 mars au matin, cette ville avait déjà été détruite : le théâtre seul était resté debout, 6000 personnes avaient été tuées sur place. C'est donc après un intervalle de trente-quatre ans et quarante-neuf jours que la catastrophe s'est renouvelée, c'est-à-dire après 12467,2 jours. Or, 990 demi-rotations solaires de 12,5935 jours chacune, d'après M. Faye, font 12467,565 jours! C'est là une coïncidence bien concluante, pour ainsi dire astronomique. La position de Mendoza est de 32°50′ S et 67°48′ W de Paris, à 2400 pieds audessus du niveau de la mer.

» En même temps, à 44°,5N et 18°,4E de Paris, le mont Calvarie, près Titel en Banat, a glissé une deuxième fois sur sa base, sur une longueur de 200^{m}; une maison fut couverte par la chute des rochers et quatre personnes y ont été ensevelies. Depuis le 7 mai, la montagne continue à s'écailler.

» C'est l'action des forces sismiques qui a produit en Europe et en Amérique ces phénomènes simultanés à de grandes distances, de même qu'au commencement d'avril la catastrophe de Laibach et l'éruption du Collima au Mexique avaient eu lieu en même temps.

» Le 7 mai, on voyait un groupe de nombreuses petites taches près de l'équateur solaire et près du méridien central; tandis qu'une tache énorme

(1) *Bull. de la Soc. des Sc. nat. de Rouen,* année 1889, 2e sem., p. 452-477.

se trouvait au méridien central et atteignait rapidement de grandes dimensions, un groupe de facules vives et très étendues se montrait alors près du bord solaire. C'est au moment du passage des nombreuses et larges taches par le méridien central du Soleil que ces mouvements sismiques extraordinaires se produisirent.

» Les photographies du Soleil ont présenté des zones elliptiques très nettement définies, blanc de neige, et de trois diamètres solaires entourant l'astre de manière que le grand axe de l'ellipse était à peu près parallèle à l'équateur; le rapport de longueur des deux axes était 3 : 2.

» En Bohême et à Prague, depuis le 7 au soir, bourrasques continuelles de l'est et sud-est. Trois orages avec grêle et tempête; le 8 mai, zones blanc rougeâtre, de 2 à 5 diamètres solaires, de forme elliptique et moins nettes que le 7 mai; le 8 mai à 1^h, orage et averse. En Bohême, plusieurs chutes de grêle et beaucoup d'incendies.

» Variation de la déclinaison magnétique à Prague le 7 mai, de 7^h à 2^h : $+13',6$. Le 9 mai, variation de déclinaison : $+12',2$. Violentes secousses à Laibach, à $5^h 58^m$ du matin, le 10 mai, causant de nouveaux dégâts, des crevasses, et jetant la panique parmi la population, car la secousse a duré 3 *minutes;* le temps était au beau.

» Le passage de l'essaim périodique du 2-4 mai fut également marqué en Amérique : le 4, par un cyclone effroyable, près de Sioux-Falls; le centre a passé à 45 milles au nord de Sioux-Falls et a dévasté le pays environnant; 50 personnes furent tuées.

» Les zones des photographies solaires avaient le 1er mai, à $10^h 15^m$, 4 diamètres avec une couleur blanc de neige; le 2 mai, à $10^h 10^m$, elles étaient très blanches, avec 2 diamètres solaires et une forme elliptique; le 3 et le 4 mai, temps froid et troublé, deux grandes taches sur le disque, près de l'équateur solaire. »

M. G. Liévin signale la propriété qu'offrirait le pétrole brut de prévenir les incrustations dans les chaudières à vapeur. (Extrait.)

« Nous ajoutons à notre eau d'alimentation quelques bidons de pétrole *brut* et jamais nous n'avons eu de nouvelles incrustations. Le dépôt de boue qui se dépose parfois dans les chaudières est expulsé à la cessation du travail par le robinet de vidange du fond, lorsque la pression de la vapeur est moins forte. »

M. **Barbey** adresse une Note relative à l'histoire chimique de la Cuscute et de ses principes immédiats.

L'Académie a reçu une Note ayant pour titre : « Sur les doctrines de F. Leuret et la suggestion en 1840, par M. **Léopold Hugo**. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1895.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Mai 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Invasion des Acridiens, vulgo sauterelles, en Algérie, par M. J. Künckel d'Herculais, Assistant de Zoologie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, etc. Alger, Giralt, 1893; 1 vol. in-4°, avec planches. (Présenté par M. Perrier.)

Abrégé de Géologie, par M. A. de Lapparent. Paris, Masson, 1895; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Daubrée.)

Notice nécrologique sur Ernest Mallard, *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines*, par M. A. de Lapparent. (Extrait des *Annales des Mines*, livraison de mars 1895.) Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq, 1895; 1 br. in-8°.

La France à Madagascar, 1815-1895, par M. Louis Brunet, député de la Réunion. Paris, Hachette et Cie, 1895; 1 vol. in-16.

Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1894. N° 11. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société philomathique de Verdun. Tome XIII. (Deuxième Partie). Verdun, Ch. Laurent, 1894; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des Séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, réunie à Innsbruck du 5 au 12 septembre 1894, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Neufchatel, A. Hinger frères, 1895; 1 vol. in-4°.

Archives italiennes de Biologie. Tome XXIII. Fasc. I, II. Turin, H. Loescher, 1895; 1 vol. in-8°.

Higiene colonial en Cuba. Trabajo leido en las sesiones celebradas los dias 24 de Febrero y 10 de Marzo de 1895, por el Dr D. Antonio de Gordon y de Acosta. Habaña, 1895; 1 broch. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission. Vol. XIII, for 1893. Washington, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mai 1895.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Mai 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Les fonctions elliptiques et leurs applications, par M. Alfred-George Greenhill, professeur de Mathématiques au collège d'Artillerie de Woolwich. Traduit de l'anglais par M. J. Griess, avec une préface de M. P. Appell, Membre de l'Institut. Paris, Georges Carré, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Étude historique et statistique sur les moyens de transport dans Paris, par M. Alfred Martin. Paris, Imprimerie nationale, 1894; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N°s 18 et 19. Séances des 7 et 14 mai 1895. Paris, G. Masson; 2 fasc. in-8°.

L'Emphysème pulmonaire, par M. le Dr Jules Mascarel. Paris, A. Maloine, 1895; 1 br. in-8°.

Études expérimentales sur les tuyaux d'orgues, par M. Aristide Cavaillé-Coll. Mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 24 février 1840. Paris, Plon, Nourrit et Cie, 1894; 1 br. gr. in-8°.

Climatologie médicale de la République argentine et des principales villes d'Amérique, par le Dr Samuel Gache. Buenos-Aires, Mariano Moreno, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Le Ambliopie curate per la via dentaria. Note cliniche del prof. Francesco Maltese. Napoli, 1895.

Report of the Commissioner of education for the year 1891-1892. Vol. 1 et 2. Washington, 1894; 2 vol. in-8°.

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del professor P. TACCHINI. Aprile 1895. Roma, G. Bertero, 1895; 1 fasc. in-4°.

Découverte d'un vaccin chimique contre la malaria, par G. CLAUDE GUILLOT. Alger, V. Heintz; br. in-12. (Renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Plano-aérostat, le véritable ballon dirigeable, par ÉMILE BERRUBÉ. Paris, Kugelmann, 1895; br. in-12. (Renvoyé à la Commission des aérostats.)

ERRATA.

(Séance du 13 mai 1895.)

Note de M. *Berthelot,* Relations thermochimiques entre les états isomériques du glucose ordinaire :

Page 1020, dernière ligne, *au lieu de* 18 litres, *lisez* 1,8 litre.
Page 1022, entre la 3e et 4e ligne en remontant, *ajoutez :* aussi les glucoses β et γ se changent-ils en α en cristallisant (p. 1061).

Note de M. *Victor Paquier,* Sur les gypses des environs de Serres (Hautes-Alpes) et de Nyons (Drôme) :

Page 1072, ligne 4 en remontant, *au lieu de* MM. Kilian et Lienhardt, *lisez* MM. Kilian et Leenhardt.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1895,

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ALGÈBRE. — *Sur une question d'Algèbre qui a des liens avec le dernier théorème de Fermat.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« I. Soient a, b, c des quantités, non transcendantes, plus grandes que zéro, n un nombre entier positif, et $a = pq$; la question dont il s'agit est la suivante :

» *Dans la formule $a^n = c^n - b^n$, qu'on peut, d'après ces données, écrire*

(1) $$p^n q^n = c^n - b^n,$$

est-il possible d'exprimer c et b par des fonctions algébriques de p et q telles, que l'identité littérale s'établisse finalement entre les deux membres?

» Lorsque $n = 2$, on sait que les fonctions binomes

$$c = \frac{p^2 + q^2}{2} \quad \text{et} \quad b = \frac{p^2 - q^2}{2},$$

qui transforment la relation (1) en celle-ci

$$(2) \qquad p^2 q^2 = \left(\frac{p^2+q^2}{2}\right)^2 - \left(\frac{p^2-q^2}{2}\right)^2,$$

satisfont à la question dans toute sa généralité, c'est-à-dire quelles que soient les valeurs (entières, rationnelles, ou irrationnelles) qu'on attribue à p et q. En particulier, lorsque p et q, donc aussi leur produit $pq = a$, sont des entiers impairs, la relation (2) fournit toutes les solutions du problème en nombres entiers; celles-ci correspondent aux différentes décompositions de a en deux facteurs, chacune à chacune, et il n'en existe pas d'autres (1). Elle comprend d'ailleurs le cas où l'un des facteurs p, q est l'unité, l'autre facteur étant alors égal à a, ce qui est la seule expression possible du nombre a en deux facteurs entiers p, q, si a est un nombre premier, et toujours l'une de ses décompositions si a est un nombre composé.

» Au sujet de cette formule (2), où le premier membre est une fonction symétrique de p et q, il y a lieu d'observer que ces mêmes quantités figurent seules dans le second membre, affectées des mêmes coefficients et exposants, et y sont tellement associées quant aux signes, qu'après avoir effectué les développements indiqués par l'exposant 2, et grâce aux réductions entre les termes semblables, elle devient identiquement $p^2 q^2 = p^2 q^2$.

» Existe-t-il une propriété analogue à celle-là lorsque, n étant différent de 2, on a affaire à la formule (1), dont le premier membre $p^n q^n$ est pareillement symétrique par rapport aux seules quantités p, q? Telle est la question précise qu'on se propose de résoudre, en étudiant quelles sont les fonctions algébriques (monomes, binomes ou polynomes) qui y pourraient satisfaire. D'ailleurs, puisque ce sont des fonctions binomes qui réussissent dans le cas de $n = 2$, comme on vient de le rappeler, c'est par ce type que nous allons commencer l'examen, en essayant d'abord des fonctions d'une composition anologue, telles que

$$c = \alpha p^i + \alpha q^i \quad \text{et} \quad b = \alpha p^i - \alpha q^i,$$

---

(1) Au premier abord, on pourrait croire que les valeurs $c = \frac{p^2 q^2 + 1}{2}$ et $b = \frac{p^2 q^2 - 1}{2}$ fournissent une solution d'un *autre* type; mais c'est là une simple apparence, car dans ce cas, $p^2 q^2$ étant égal à a^2, l'un des facteurs p, ou q, est l'unité, et l'autre est a lui-même, et le type de la formule ne change pas.

où tous les termes ont le même coefficient α avec le même exposant i pour p et pour q (¹).

» II. 1° Ces formes binomes symétriques ne sont plus admissibles dès que $n > 2$. En effet, si n est impair, il n'existe dans leurs développements respectifs à la n^{ième} puissance, quels que soient α et i, aucun terme dans lequel les deux facteurs p, q entrent avec un même exposant commun à tous deux, en particulier aucun terme en $p^n q^n$. Donc, après qu'on aura effectué entre ces deux développements, composés chacun de $n+1$ termes, la soustraction indiquée, qui fera disparaître $\frac{n+1}{2}$ termes semblables, il en restera $\frac{n+1}{2}$ dont aucun ne contiendra le terme $p^n q^n$, seul nécessaire pour établir l'identité avec le premier membre; car cette opération soustractive est, *par elle-même,* impuissante à le produire.

» Cette circonstance suffirait, à elle seule, pour faire rejeter l'hypothèse de telles formes binomes de c et de b, mais, sans même parler des coefficients, qui diffèrent d'un terme à l'autre et que le dénominateur de α^n, commun à tous, ne saurait réduire à l'unité, il s'y ajoute encore celle, non moins incompatible, de la *multiplicité* des termes restants, différents entre eux et irréductibles à la forme $p^n q^n$; obstacle qui subsiste toujours, que n soit pair ou impair, sauf quand n est égal à 2.

» En second lieu, si les formes binomes n'étaient pas symétriques (dans la mesure où le sont celles qui viennent d'être examinées), si l'on prenait, par exemple,

$$c = (\alpha p^i + \beta q^j) \qquad \text{et} \qquad b = (\alpha' p^{i'} + \beta' q^{j'}),$$

la multiplicité des termes, dont la soustraction n'effacerait aucun, aussi bien que leur composition individuelle, serait un obstacle plus grand encore à l'identification requise.

(¹) On passerait ici sous silence le cas, insignifiant en lui-même, de $n = 1$, s'il ne donnait lieu aux mêmes remarques que celui de $n = 2$, quant à la composition du second membre de la formule. En effet, on a alors

$$pq = c - b,$$

qui devient

$$pq = \left(\frac{p+q}{2}\right)^2 - \left(\frac{p-q}{2}\right)^2 = pq,$$

si l'on prend

$$c = \left(\frac{p+q}{2}\right)^2 \qquad \text{et} \qquad b = \left(\frac{p-q}{2}\right)^2.$$

» Donc, quelque hypothèse que l'on fasse sur leur composition, les formes binomes sont inadmissibles.

» 2° Les mêmes objections, aggravées par une multiplicité croissante des termes composant les développements de c et b à la $n^{\text{ième}}$ puissance, se présentent si l'on attribue à ces quantités c et b des formes trinomes ou polynomes. La chose est trop évidente pour qu'il soit nécessaire d'entrer à cet égard dans des détails qui n'entraîneraient qu'à des redites.

» 3° Si p et q, au lieu d'entrer dans c et b avec des exposants entiers, comme on l'a supposé jusqu'ici, y figuraient avec des exposants négatifs (qui introduiraient l'opération de la *division*), ou fractionnaires (introduisant des *radicaux*), l'impossibilité d'obtenir, dans de telles conditions, l'identité algébrique de deux membres, serait, s'il est possible, plus manifeste encore, puisque les radicaux, ou bien les dénominateurs en p^i ou q^j, subsisteraient, sans réductions ultérieures possibles, dans ceux des termes que la soustraction $c^n - b^n$ n'aurait pas effacés.

» 4° Il ne reste donc à examiner que l'hypothèse de la forme monome. Celle-ci ne pourrait évidemment être que λpq, afin que l'élévation à la puissance $n^{\text{ième}}$ fît apparaître le terme $p^n q^n$, mais alors les trois quantités a, b, c seraient pq, $\lambda_1 pq$, $\lambda_2 pq$, et, en supprimant le facteur commun pq, la relation (1) se réduirait à $1 = \lambda_1^n = \lambda_2^n$, moins générale en ce que l'indéterminée a n'y figure plus, qui, dans ces conditions restreintes, n'a d'ailleurs rien de contradictoire, l'une au moins des quantités λ_1, λ_2 étant alors irrationnelle. Elle est d'ailleurs toujours inadmissible, même pour $n = 2$, quand on passe à l'énoncé restreint de Fermat, car λ_1 et λ_2 sont alors des nombres entiers, puisque, d'après cet énoncé, c et b doivent être des entiers, et l'on sait que, pour $n > 1$, la différence des puissances $n^{\text{ièmes}}$ de deux nombres entiers ne peut être égale à l'unité.

» III. En résumé, on aboutit à la conclusion suivante :

» Théorème. — *Pour $n > 2$, il n'existe pas de fonctions algébriques, binomes ou polynomes, de p et q* (le produit pq étant égal à a), *qui, mises à la place de c et b dans la formule $a^n = c^n - b^n$, devenant ainsi $p^n q^n = c^n - b^n$, en rendent les deux membres identiques.*

» *Les formes monomes font seules exception, mais à la condition que les indéterminées soient réduites à deux dans la formule, la troisième étant nécessairement alors l'unité. Cette forme devient elle-même incompatible, si les trois indéterminées a, b, c doivent être des nombres entiers, comme l'exige l'énoncé de Fermat.*

» *Remarque.* — Ce théorème algébrique démontre seulement que, pour

$n > 2$, il n'existe aucune *formule générale* fournissant, à l'instar de celle dont l'exposant 2 possède le privilège, une infinité de solutions de la relation (1) par des valeurs quelconques, non transcendantes, des trois indéterminées qui y figurent, et ne prouve pas que, dans l'infinité des valeurs de n, il n'existe isolément aucun groupe ternaire de valeurs *numériques entières* de ces indéterminées qui y satisfasse. Il ne répond donc pas à l'énoncé, purement arithmétique, du dernier théorème de Fermat; mais, il a des points de contact avec cette fameuse proposition, et, par un côté, il en éclaire les abords. C'est à ce titre, si je ne m'abuse, qu'il offrira peut-être quelque intérêt aux lecteurs curieux de ce qui se rattache, en quelque point, à la « Théorie des nombres ».

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'histoire des terres de la cérite;* par M. **P. Schutzenberger** [1].

« Après élimination du cérium par fusion des nitrates avec 8 à 10 parties de salpêtre, entre 320° et 330°, la masse saline, séparée de CeO^2 par dissolution dans l'eau, filtration et évaporation à sec, est fondue à nouveau et maintenue entre 350° et 360° jusqu'à fusion tranquille. Il ne se dégage plus que peu de gaz nitreux. Cette opération a pour but de séparer les dernières traces de cérium. On dissout, on filtre et l'on évapore à sec, pour procéder avec le résidu à des séparations fractionnées, en chauffant à des températures plus élevées.

» On a ainsi isolé cinq fractions successives, entre 400° et 420°, et trois autres entre 430° et 460°.

» Les sous-nitrates, insolubles dans l'eau, séparés à chaque fois, ont été convertis en oxalates, puis en oxydes bien exempts d'alcali. Les oxydes ont été calcinés au rouge vif, et l'on a déterminé pour chaque fraction le poids atomique correspondant en le transformant en sulfate. Comme contrôle, on revient à l'oxyde par calcination au rouge vif du sulfate anhydre. Ces opérations n'offrent pas les mêmes difficultés qu'avec le cérium, les oxydes étant toujours ramenés par calcination au degré inférieur d'oxydation, M^2O^3.

» La méthode suivie est une extension du procédé Debray à la séparation du lanthane et du didyme.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 962.

» En nous servant des noms généralement adoptés, nous appellerons :

» 1° *Terres du groupe cérique* toutes les terres qui forment des sulfates doubles de potassium insolubles dans une solution saturée de sulfate de potasse;

» 2° *Oxydes de cérium*, celles de ces terres qui sont susceptibles d'être transformées en bioxydes, CeO^2, et dont les sels incolores ne fournissent aucune bande d'absorption;

» 3° *Oxydes de didyme*, celles de ces terres qui donnent des sels plus ou moins roses, dont les solutions présentent les bandes d'absorption des sels de didyme et dont les oxydes calcinés répondent à la formule Di^2O^3;

» 4° *Oxydes de lanthane*, celles de ces terres dont les sels sont incolores, sans raies d'absorption et qui, calcinées, répondent au type La^2O^3, et se délitent au contact de l'air humide.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus :

	Numéros du fractionnement (série I).	Poids atomique correspondant.
Entre 400° et 420°	1	140,3
	2	140,6
	3	140,6
	4	140,6
	5	140,0
Entre 430° et 460°	6	139,0
	7	138,0
	8	138,0
Nitrate non décomposé	9	138,0

» Pendant ces fusions fractionnées, le didyme se sépare en premier, la masse fondue ou dissoute perd de plus en plus sa couleur rose et, après la séparation du n° 8, elle était incolore; le n° 9 représentait donc du lanthane privé de didyme. On arrive ainsi, par un seul fractionnement, à du lanthane exempt de didyme.

» Les oxalates des fractions n°s 1 à 5 donnent par une calcination ménagée, à l'air, un oxyde de couleur brune devenant grisâtre par la calcination au rouge vif.

» Les oxalates des fractions 6 à 8 donnent par une calcination ménagée, à l'air, un oxyde de couleur brune très pâle, devenant blanc grisâtre au rouge vif.

» On a réuni les fractions n°s 1, 2, 3 et soumis le tout, sous forme de nitrates mélangés à cinq fois leur poids de salpêtre, à une fusion fractionnée

entre 400° et 420°. On a obtenu ainsi six fractions nouvelles (série II) et une partie non décomposée n° 7.

	Numéros des fractions (série II).	Poids atomiques correspondants.
Entre 400° et 430°	1	135,6-135,1
	2	140,4
	3	142,6
	4	142,9
	5	142,5
	6	141,25
Nitrate non décomposé.	7	140,1

» La courbe des poids atomiques offre donc deux branches, l'une ascendante, l'autre descendante, avec un maximum, pour le n° 4, voisin de 143. Cette anomalie est due à la présence, dans les premières fractions, d'une certaine quantité de terres n'appartenant pas au groupe cérique. En effet, en éliminant ces terres par le sulfate de potasse en solution saturée, on remonte, pour la partie précipitée, à un nombre voisin de 143.

» Les n°s 4 et 5 (série I) réunis ont été frationnés à nouveau par fusion des nitrates avec cinq parties de salpêtre entre 400° et 430°.

	Numéros des fractions (série II, *suite*).	Poids atomiques correspondants.
Entre 400° et 430°	1	142,15
	2	141,99
	3	141,7
	4	141,48
Nitrate non décomposé.	5	138,7

» Il en a été fait de même avec les n°s 6, 7, 8 (série I) réunis.

	Numéros des fractions (série II, *suite* 2).	Poids atomiques correspondants.
Entre 410° et 430°	1	141,0
	2	141,1
	3	140,5
Entre 430° et 460°	4	139,4
	5	138,5
	6	138,1
	7	138,0
Nitrate non décomposé.	8	138,0

» On réunit ensuite les terres qui, après la deuxième fusion au salpêtre, ont donné des poids atomiques compris entre 142 et 143.

	Numéros des fractions (série III).	Poids atomiques correspondants.
Entre 400° et 420°	1	142,8
	2	143,0
	3	142,8
	4	142,5
Nitrate non décomposé.	5	141,6

» On réunit les terres qui, après la série III, ont donné des poids atomiques supérieurs à 142,5 et l'on partage en deux fractions par fusion entre 400° et 420°.

Numéros des fractions (série IV).	Poids atomiques correspondants.
1	142,8
2	143,1

» Il semble donc que l'on soit arrivé au terme des séparations et que le didyme 143 à 143,1 représente celui dont le poids atomique est le plus élevé. Le n° 1 (série IV), qui a donné 142,8, a pu également, par de nouvelles séparations, être amené à un produit donnant 143,3.

» Nous avons ainsi fixé, à peu de chose près, le poids atomique le plus élevé du didyme; il est compris entre 143 et 143,5.

» Le traitement de la monazite, dirigé à peu près comme celui de la cérite, m'a fourni, parmi les terres qui se séparent entre 410° et 460° par fusion des nitrates avec le salpêtre, un oxyde qui, après soigneuse élimination des bases étrangères au *groupe cérique*, donne des sels très roses, offrant les raies d'absorption du néodyme et qui donne pour le poids atomique du métal correspondant un nombre très voisin de 137,5.

» J'ai lieu de penser, à la suite de nombreuses expériences dans les détails desquelles il m'est impossible d'entrer ici, que, entre ces deux limites 137,5 et 143,5, viennent se placer d'autres terres participant toutes des propriétés du didyme, notamment une terre dont le poids atomique du métal correspondant serait voisin de 140. Il pourrait se faire néanmoins que ce dernier puisse être partagé par des procédés convenables en les deux extrêmes. Pour le moment nous laissons la question indécise.

» Dans ce qui précède, nous avons fait abstraction du praséodyme dont

les sels sont verts et qui, dans nos méthodes de séparation, ne s'est révélé à nous que par les raies d'absorption.

» Des expériences, en cours d'exécution, nous ont de plus fait voir que l'oxyde de lanthane (défini comme plus haut) peut être partagé au moins en deux terres, dont l'une aurait, pour poids atomique du métal correspondant, un nombre voisin de 138 et dont l'autre aurait, pour poids atomique du métal correspondant, un nombre voisin de 135. Ce dernier point fera l'objet d'une étude plus approfondie.

» Comme pour les didymes, les nitrates offrent une résistance à la décomposition qui est en raison inverse du poids atomique. C'est dans les dernières parties du traitement que s'accumule la terre à poids atomique le moins élevé.

» Dans l'ensemble de ces recherches, j'ai utilisé encore, comme moyen de séparation : 1° la cristallisation fractionnée à chaud des sulfates; le sulfate correspondant au poids atomique le plus faible s'accumule généralement, comme pour le cérium, dans les eaux-mères; 2° la différence de solubilité à chaud et à froid des sulfates doubles potassiques qui offrent la même particularité.

» Ces expériences seront poursuivies, en vue d'éclaircir les questions restées douteuses et de faire disparaître les points d'interrogation posés dans le volumineux dossier de mes déterminations numériques.

» Il y aura également à étudier la question au point de vue de l'examen spectroscopique. Dans ce qui précède, nous avons surtout pris comme criterium les poids atomiques avec l'aide de l'étude des spectres d'absorption. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'accumulation dans le sol des composés cuivriques employés pour combattre les maladies parasitaires des plantes;* par M. **Aimé Girard**.

« Lorsque, il y a quelques années, l'emploi des bouillies cuivriques destinées à combattre les maladies parasitaires de la vigne, de la pomme de terre, etc., a commencé de se généraliser, certaines préoccupations se sont fait jour au sujet de l'influence qu'à la longue cet emploi répété chaque année pourrait avoir sur l'abondance et sur la qualité des récoltes. On s'est demandé alors si, du fait de l'accumulation du cuivre dans le sol,

on ne devait pas craindre de voir d'une part ces récoltes diminuées, d'une autre les produits récoltés pénétrés par le cuivre dans une proportion nuisible à la santé de l'homme et des animaux.

» Des recherches d'un haut intérêt ont été, à partir de ce moment, entreprises par divers savants, dans le but de reconnaître si les composés cuivriques pulvérisés à la surface des feuilles, ou même ajoutés directement au sol, peuvent être absorbés par les tissus des plantes, notamment de la vigne et de la pomme de terre. Parmi ces travaux, il convient de citer particulièrement ceux de MM. de Laffitte, Millardet et Gayon, Alessandri, Tschirch, Pichi, Otto, Berlese et Sestegni, et, plus récemment, les expériences par lesquelles M. Viala a montré que, déposé en quantité considérable au pied des ceps, le sulfate de cuivre ne cause à la végétation de la vigne aucun dommage.

» Mais c'est au point de vue physiologique, bien plus qu'au point de vue pratique, que se sont placés les expérimentateurs dont je viens de rappeler les travaux. Il en est autrement pour une intéressante expérience, entreprise en 1890 par M. Vermorel, expérience d'où il résulte que, dans un sol où, intentionnellement, on a accumulé des quantités de cuivre correspondantes à celles qu'y pourraient amener des traitements répétés pendant cinquante et même cent années, la végétation, pour le blé tout au moins, se développe avec régularité et les récoltes ne subissent qu'une faible dépression.

» J'ai, de mon côté, et sans connaître les résultats obtenus par M. Vermorel, entrepris des recherches qui, non seulement confirment ces résultats, mais qui, encore, parce qu'elles comprennent trois campagnes consécutives (1892-1893-1894) semblent prouver davantage, et établir que, d'une manière générale, l'accumulation dans le sol d'une quantité considérable de cuivre n'apporte aucun trouble à la végétation et à la production des plantes cultivées.

» Ces recherches ont consisté à mettre en comparaison, sur une même pièce de terre, deux lots de surface égale, l'un préalablement arrosé d'une quantité déterminée de composés cuivriques, l'autre laissé à l'état normal, pour, sur l'un et sur l'autre, cultiver parallèlement les principales de ces plantes; les résultats de ces recherches devant être exprimés d'un côté par le poids des récoltes, d'un autre par l'appréciation des quantités de cuivre fixées par les produits de la culture.

» C'est en 1892 que ces recherches ont commencé; j'ai supposé alors que,

brusquement, mes cultures se trouvaient emportées d'un siècle en avant et j'ai déterminé la quantité de composés cuivriques que, pendant ce siècle, une lutte continue contre les maladies parasitaires aurait fait pulvériser sur les feuilles de la vigne ou de la pomme de terre. Pour la première, c'est être large que de compter, chaque année, en deux ou trois traitements, sept à huit hectolitres de bouillie à 2 pour 100 de sulfate de cuivre par hectare; pour la seconde, c'est quinze hectolitres environ, à la même teneur, qu'il faut, par hectare, employer pour chaque traitement. De telle sorte que cent traitements appliqués à la vigne équivalent, au point de vue de la consommation en cuivre, à cinquante traitements appliqués à la pomme de terre. Et comme pour celle-ci il faut compter avec un assolement biennal, compter par suite sur des traitements appliqués de deux en deux ans seulement, c'est en réalité, pour l'une comme pour l'autre plante, à une même consommation de composés cuivriques qu'aboutit la lutte contre les maladies parasitaires pendant un siècle.

» En s'appuyant sur les considérations qui précèdent, on est amené à reconnaître qu'à cette longue période correspondrait la délivrance aux plantes d'une quantité de sulfate de cuivre égale à $15^{kg} \times 100 = 1500^{kg}$ par hectare de vignes et égale à $30^{kg} \times 50 = 1500^{kg}$ également, par hectare de pommes de terre. C'est cette quantité de 1500^{kg} que je me suis proposé d'ajouter au sol directement et en une fois.

» A la ferme de la Faisanderie, j'ai choisi, sur la même pièce, deux bandes parallèles de 6 ares chacune, séparées l'une de l'autre par une allée de $1^m,50$.

» Sur l'une de ces bandes, sans employer aucun engrais, j'ai fait répandre, à l'aide d'un pulvérisateur à main, une bouillie beaucoup plus concentrée que de coutume, afin d'éviter l'inondation du sol, mais formée au total, par la réaction de 90^{kg} de sulfate de cuivre sur 150^{kg} de cristaux de soude; la proportion de sulfate de cuivre reçue par chaque are a été ainsi de 15^{kg}, soit, comme il a été dit plus haut, de 1500^{kg} à l'hectare.

» Chacune des bandes a été ensuite divisée, perpendiculairement à sa longueur, en six carrés égaux d'un are chacun.

» Le sol ayant été alors préparé comme de coutume, on a, aux époques convenables, semé sur les quatre premiers carrés de l'une et l'autre bande du blé, de l'avoine, du trèfle et des betteraves; sur le cinquième carré, on a planté des pommes de terre et sur le sixième, enfin, on a semé divers légumes : carottes, salades, petits pois et radis, pour répondre aux préoc-

cupations de quelques personnes inquiètes de voir les sels de cuivre entrer au potager.

» En 1892, la végétation s'est poursuivie avec la même régularité sur le terrain normal et sur le terrain traité par le cuivre; j'ai cru, cependant, devoir rejeter les résultats que cette première campagne avait fournis; une faute avait été commise au moment du labour, qui ne permettait pas de leur accorder créance entière.

» En 1893, l'expérience a été reprise sur le même terrain, sans autre soins que ceux d'une culture ordinaire et sans addition d'engrais. A la récolte, tous les produits ont été soigneusement pesés, et de ces pesées ont résulté les données suivantes :

Récolte par are en 1893.

		Terrain normal non traité.	Terrain traité par le cuivre.	Diminution ou augmentation due au traitement.
		kg	kg	kg
Blé	Paille	17	15	— 2
	Grain	8	12,2	+ 3,5
Avoine	Paille	33	26	— 7
	Grain	12,8	17,3	+ 4,5
Trèfle séché à l'air		20	22	+ 2
Betteraves		182	188	+ 6

Pommes de terre. — La récolte a été, par suite de la sécheresse excessive de 1893, perdue de l'un comme de l'autre côté.

» Les chiffres consignés au Tableau ci-dessus et qui, par suite de l'absence d'engrais et de la sécheresse, correspondent à de pauvres récoltes, suffisent à démontrer que la présence dans le sol d'une quantité de composés cuivriques égale à celle qu'apporterait un siècle de traitement n'exerce aucune influence sur les récoltes. Même, en considérant que l'on ne constate de ce fait que deux diminutions (sur les récoltes en paille) pour quatre augmentations, on pourrait se trouver porté à regarder cette présence comme avantageuse.

» Ce serait aller trop loin cependant, et les résultats de 1894 le prouvent. Sur le même terrain, en effet, et en me plaçant dans les mêmes conditions, j'ai, pour cette campagne, obtenu les résultats suivants :

Récolte par are, en 1894.

		Terrain normal non traité.	Terrain traité par le cuivre.	Diminution ou augmentation due au traitement.
Blé		La récolte a été pillée par les oiseaux.		
Avoine	Paille	39,2 kg	31,4 kg	— 7,7 kg
	Grain	15,4	15,7	+ 0,3
Trèfle séché à l'air		17	21	+ 4,0
Pommes de terre (¹).	Poids	270	270	0,00
	Richesse en fécule.	12 %	12 %	0,00
Betteraves.	Poids	260kg	260kg	0,00
	Richesse en sucre.	14,15 %	15,04 %	+ 0,89

» Quant aux divers légumes, la récolte n'en a pas été pesée, mais la végétation a été la même sur le terrain normal et sur le terrain traité par le cuivre.

» Ce sont, à mon avis, les résultats de 1894 qui représentent la vérité. En tenant compte des variations inévitables auxquelles toute culture est exposée, ils permettent d'affirmer que la présence dans le sol des quantités considérables de cuivre qui, pendant un siècle, ou bien seront tombées directement à sa surface au moment du traitement, ou bien lui auront été apportées par la chute des feuilles mortes de la vigne ou de la pomme de terre, ne saurait exercer aucune action sur l'abondance des récoltes futures.

» L'étude méticuleuse des divers produits fournis par ces récoltes m'a permis, d'ailleurs, d'en établir l'innocuité absolue au point de vue hygiénique.

» Dans les divers produits, après les avoir lavés d'abord, incinérés ensuite, j'ai cherché à caractériser et à doser le cuivre par deux méthodes, par la précipitation à l'état de sulfure d'abord, par l'électrolyse ensuite.

» Pour les pailles, pour le trèfle l'analyse a eu lieu sur $0^{kg},400$ à $0^{kg},500$, pour les betteraves et les pommes de terre sur 1^{kg}, pour les grains sur $0^{kg},200$ à $0^{kg},250$.

» Dans ces conditions, et pour ne citer que les résultats fournis par l'électrolyse, c'est à peine si l'on a vu la capsule de platine, destinée au

(¹) Variété Géante de Reading.

dépôt du cuivre, revêtir, aussi bien pour les récoltes du terrain normal que pour celles du terrain cuivré, une teinte légèrement rosée, correspondant à un dépôt impondérable, et comparable à celles que, dans les mêmes circonstances, fournissent, ainsi que cela a été maintes fois démontré, la plupart des matières végétales.

» Deux fois seulement, sur plus de trente analyses, le dépôt a pu être estimé à la balance; son poids s'élevait, dans les deux cas, à $0^{gr},002$, et les produits qui l'avaient fourni étaient, en 1893, un lot de 200^{gr} de blé récolté sur le terrain non traité, en 1894 un lot de 1^{kg} de pommes de terre récolté sur le terrain traité.

» Analysé d'ailleurs au commencement de 1895, ce terrain contenait encore, sur une épaisseur de $0^{m},30$, les deux tiers du cuivre qu'il avait reçu en 1892.

» Les résultats agricoles que je viens de faire connaître, s'ajoutant à ceux que d'autres expérimentateurs ont déjà publiés, démontrent d'une façon certaine que la répétition pendant un temps très long, pendant un siècle, du traitement de la vigne ou de la pomme de terre, par les composés cuivriques ne saurait avoir, ni au point de vue de l'abondance des récoltes, ni au point de vue de leur qualité, aucune influence.

» Ils doivent encourager nos cultivateurs à ne jamais interrompre, comme beaucoup l'ont fait malheureusement en 1894, la lutte contre le mildew de la vigne et contre la maladie de la pomme de terre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Van Beneden*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Frankland	obtient	43	suffrages,
M. Stokes	»	3	»
M. Newcomb	»	1	»
M. Suess	»	1	»

M. Frankland, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *von Helmholtz*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président de l'Académie en fait partie de droit.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. **Bertrand**, **Fizeau**, **Tisserand**;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. **Berthelot**, **Daubrée**, **Van Tieghem**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Alberto-Lévi. — MM. Bouchard, Potain, Verneuil, Guyon, Duclaux réunissent la majorité des suffrages.

Prix Kastner-Boursault. — MM. Mascart, Cornu, Lippmann, Deprez, Becquerel réunissent la majorité des suffrages.

Grand prix des Sciences physiques. — MM. Gaudry, Fouqué, Daubrée, Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages.

Prix Bordin. — MM. Milne-Edwards, Daubrée, Grandidier, Van Tieghem, Fouqué réunissent la majorité des suffrages.

Prix Fourneyron. — MM. Sarrau, Lévy, Léauté, Resal, Boussinesq réunissent la majorité des suffrages.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon réunissent la majorité des suffrages.

Prix Gay. — MM. Mascart, Faye, Cornu, Bouquet de la Grye, Grandidier réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Injection d'alcool éthylique dans le sang veineux* [1].
Note de M. N. Gréhant.

« Je pensais tout d'abord qu'il ne serait possible d'injecter dans le sang veineux qu'une très petite quantité d'alcool; j'ai employé des mélanges à 1 pour 100; mais j'ai reconnu bientôt que l'on peut introduire dans le milieu intérieur des proportions beaucoup plus considérables d'alcool, à une condition, c'est de faire l'injection avec une grande lenteur. Ainsi, chez un chien du poids de 16^{kg}, le poids du sang étant égal à $\frac{1}{13}$ du poids du corps, comme nous l'avons établi, Quinquaud et moi, j'ai pu injecter dans la veine jugulaire un poids d'alcool absolu égal à $\frac{1}{25}$ du poids du sang, c'est-à-dire $49^{gr},2$ ou $62^{cc},4$ d'alcool absolu; ce liquide, additionné d'eau pour faire 300^{cc}, a été introduit successivement dans une longue burette graduée présentant à sa partie supérieure un robinet et à sa partie inférieure une pince de Mohr; l'injection a duré une heure. Si ce volume d'alcool injecté dans le sang y restait, on devrait trouver dans le liquide nourricier une proportion d'alcool égale à $\frac{1}{25}$ environ; comme on va le voir, on en trouve huit fois moins.

» Pour extraire complètement l'alcool du sang j'aspire avec une seringue de physiologie 25^{cc} de sang artériel qui est introduit par une tubulure dans un récipient vide uni à la pompe à mercure; on extrait les gaz du sang et bientôt le vide absolu étant obtenu, le ballon étant maintenu à 60°, on obtient la distillation du liquide en vingt minutes environ (principe de Watt); le sang est presque complètement desséché; on recueille dans un tube gradué de 19 à 20^{cc} de liquide incolore qui renferme tout l'alcool; je prends la densité de ce liquide par la méthode du flacon et je compare le résultat obtenu à celui que m'ont donné des mélanges composés artificiellement d'alcool et d'eau dans les proportions $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{500}$.

» Une série de prises de sang faites d'heure en heure a donné les résultats suivants :

	5 minutes après l'injection.	1 heure après.	4 heures.	5 heures.	6 heures.	7 heures.	8 heures.
Densités...	0,9989	0,9989	0,9986	0,9987	0,9988	0,9987	0,9988

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

» Le lendemain matin, vingt-trois heures après l'injection on n'a retiré du sang que de l'eau distillée. Les densités sont identiques et indiquent dans les divers échantillons de sang une proportion constante, mais très faible, d'alcool, égale à $\frac{1}{200}$.

» Une série semblable d'expériences faites sur un autre animal de la même espèce a donné exactement les mêmes résultats.

» *Je conclus qu'après l'injection dans le sang d'un volume assez considérable d'alcool, la proportion de ce corps dans le sang cinq minutes après l'injection et pendant plus de huit heures devient absolument constante,* résultat qu'il était impossible de prévoir et qui doit servir de base à de nouvelles recherches. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-A. Belliard** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur l'Encastrement des arcs paraboliques et des arcs circulaires et de son influence sur la résistance de ces arcs ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome II de la « Flore de France », de MM. *G. Rouy* et *J. Foucaud*. (Présenté par M. Chatin.)

2° Un Ouvrage de M. *A. Lancaster*, ayant pour titre : « La Pluie en Belgique », 1er fascicule. (Présenté par M. Mascart.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectrales sur les anneaux de Saturne.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Tisserand.

« L'année dernière, j'ai appliqué le spectroscope à l'étude de la rotation de la planète Jupiter (*Comptes rendus*, février 1895), et cette année, j'ai employé la même méthode et les mêmes appareils avec la planète Saturne qui, en avril et mai, se présente bien pour l'observation ; le but principal

étant d'étudier la rotation des anneaux, qui a été déterminée par d'importants travaux de Mécanique céleste, mais n'a pas encore été reconnue par l'expérience directe.

» Or l'étude spectrale confirme la théorie sur plusieurs points; mais je déclare aussitôt que j'ai été précédé en partie dans la publication de ce résultat par M. Keeler, directeur de l'observatoire américain d'Allegheny, qui a étudié aussi en avril dernier les anneaux par la même méthode, et a présenté immédiatement ses observations (*Astrophysical Journal*, May). Je crois devoir exposer immédiatement mes propres expériences qui confirment ou complètent sur plusieurs points celles de M. Keeler.

» Les appareils sont exactement ceux qui ont servi pour la planète Jupiter. La fente du spectrographe pouvait être mise en coïncidence avec le grand axe de l'équateur et de l'anneau, et la fixité de l'image était réalisée avec une facilité relative, à cause de la petitesse des variations de la flexion, due à la faible hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon. D'autre part, le miroir étant fraîchement argenté, et la fente étant large, une image suffisamment intense dans le bleu pouvait être obtenue en une heure; au milieu de la pose on ajoutait le spectre de l'hydrogène impur dont les raies fines et nombreuses traversent le spectre de la planète et fournissent les repères de comparaison. Ce travail a été fait d'ailleurs avec le concours de mon assistant M. Millochau.

» La hauteur du spectre de la planète sur l'épreuve est supérieure à 2^{mm}; le spectre de l'anneau est nettement séparé de celui du disque, mais ne montre aucune division. Or, on constate à première vue sur l'épreuve le fait suivant : Lorsque l'on va du centre à l'anneau extérieur, les raies du disque, comme dans le cas de Jupiter, sont nettement inclinées par rapport aux raies de comparaison, et même d'un angle constant, le déplacement et la vitesse allant en croissant. Mais, sur l'anneau, l'inclinaison est en sens inverse; c'est-à-dire, que, de l'anneau intérieur à l'anneau extérieur, le déplacement et la vitesse vont en diminuant. Or ce résultat est conforme à la théorie de Maxwell et à la division de l'anneau en météores.

» Mais j'ai mesuré les vitesses sur l'épreuve par la méthode déjà indiquée pour Jupiter, suivie aussi par M. Keeler, et qui consiste à mesurer, non les déplacements eux-mêmes, mais les inclinaisons. La précision est ainsi plus grande, surtout parce que l'on évite les erreurs dues aux grains de la plaque, qui parfois sont du même ordre de grandeur que le déplacement. On a pu ainsi mesurer l'inclinaison de la raie de l'anneau, et donc la décroissance des vitesses dans l'anneau, que M. Keeler n'a pas

donnée peut-être à cause de la petitesse de son image. On a trouvé, de l'anneau intérieur à l'anneau extérieur, une diminution de $4^{km},7$, alors que le calcul indique $3^{km},8$ (¹).

» Les déplacements déduits correspondent au double des vitesses connues pour Jupiter, la lumière ayant subi deux fois le déplacement, par rapport au Soleil et par rapport à la Terre.

» Le Tableau ci-contre résume les mesures :

	Distance au centre.	Vitesse mesurée.	Vitesse calculée.
		km	km
Limbe	1	9,38	10,30
Anneau intérieur	1,5	20,10	21,00
Anneau extérieur	2,2	15,40	17,14

» La vitesse à l'intérieur de l'anneau, de laquelle j'ai déduit la vitesse de l'anneau à l'extérieur, a été obtenue par une mesure directe du déplacement et offre peu de créance. La différence des vitesses doit seule être considérée.

» En résumé, le spectroscope fournit une vérification qui échappe à la simple lunette. Mais ce résultat, et sur ce point je me sépare de M. Keeler, ne prouve pas, à strictement parler, la nature météorique de l'anneau, car il n'implique pas la division de l'anneau dans le sens tangentiel, et il ne l'implique dans le sens normal que jusqu'à un certain point, d'autant que les grandes divisions de Cassini n'apparaissent pas sur l'épreuve. Il conviendrait de reprendre l'expérience avec de plus grands instruments donnant une image plus grande de la planète, nette et bien fixe sur la fente.

» Cette étude fournit aussi une seconde vérification de la loi du déplacement double subi par la lumière des planètes et observé pour la première fois dans le travail précédemment cité sur Jupiter. La preuve expérimentale de ce déplacement double, qui jusqu'alors avait été indiqué par la théorie seule (²) était nécessaire. Elle conduit d'ailleurs à une consé-

(¹) L'épreuve ne présente que les $\frac{5}{6}$ de l'anneau, la partie la plus extérieure, moins intense, n'ayant pas fourni d'impression. Or, la diminution de vitesse, $4^{km},7$, a été calculée en supposant l'anneau complet; mais, comme la décroissance de vitesse est plus faible à l'extérieur qu'à l'intérieur, le nombre indiqué, $4^{km},7$, se trouve être un peu trop fort.

(²) L'idée première de ce déplacement double m'a été donnée par M. Poincaré, comme une extension du principe de Doppler-Fizeau, et elle a été présentée par moi comme nouvelle dans ma Note précédente sur Jupiter; mais en réalité cette idée avait

quence d'un autre ordre : dans tous les raisonnements et calculs sur le déplacement double, on suppose implicitement que la diffusion de la lumière, qui se fait sur la planète dans toutes les directions autour du rayon incident (la lumière de la planète est, en effet, diffuse et non réfléchie), n'introduit pas de variation spéciale de longueur d'onde, ce qui *a priori* n'est pas évident. On peut conclure des expériences sur Jupiter et Saturne que cette variation, si elle existe, est négligeable. Ces études apportent donc un résultat nouveau dans la grande question de l'influence du mouvement de la Terre sur les phénomènes lumineux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'oxyde azotique par le fer ou le zinc humides*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« On admet, depuis Priestley, que l'oxyde azotique AzO (bioxyde d'azote), maintenu au contact du zinc ou du fer humides, est réduit lentement à l'état d'oxyde azoteux Az^2O, en même temps que prend naissance une certaine dose d'ammoniaque; mais les conditions de cette transformation n'ont pas été précisées.

» I. *Oxyde azotique sur l'eau en présence de tournure de zinc.* — Dans un grand flacon bourré de zinc en copeaux, rempli d'eau distillée, et retourné sur l'eau, on introduit de l'oxyde azotique pur, préparé par l'action du sulfate ferreux sur l'acide azotique. Après quelque temps, on constate que l'eau s'élève dans le flacon; la diminution de volume, assez rapide, est variable dans les diverses expériences.

» Dans un cas, le volume a diminué constamment jusqu'au onzième jour, où il n'était plus que 38 pour 100 du volume primitif; puis il a augmenté, par suite d'un dégagement d'hydrogène.

» D'après une analyse effectuée au moment du minimum, le gaz contenait alors 3 dixièmes d'oxyde azotique non transformé. Le reste renfermait pour 100 :

Oxyde azoteux	28^{vol}
Azote	70
Hydrogène	2 [1]

» Le gaz augmentait l'éclat d'une allumette enflammée.

été déjà développée par Niven en 1874, et M. Maunder avait indiqué déjà son application dans le cas de Jupiter. De même, dans des conditions analogues, le principe de Doppler-Fizeau et le déplacement simple ont été retrouvés par Maxwell et le Dr Huggins, et présentés un moment sous leur nom.

[1] La méthode analytique que nous avons suivie pour doser ces mélanges gazeux sera décrite dans un Mémoire détaillé.

» Le quatorzième jour, il ne restait plus que 15 centièmes d'oxyde azotique non transformé. Le reste était pour 100 :

Oxyde azoteux	4^{vol}
Azote	91,5
Hydrogène	4,5

» Le gaz éteignait une allumette.

» Le dix-neuvième jour, il ne reste plus ni oxyde azotique, ni oxyde azoteux. Le gaz, qui est combustible, renferme pour 100 :

Azote	62
Hydrogène	38

» L'eau du flacon indique, au réactif de Nessler, une réaction ammoniacale nette.

» Il y a dans ce mode opératoire une double cause de perturbation : d'abord l'oxyde azoteux se dissout dans l'eau, et finit par être éliminé du mélange; en outre l'eau, légèrement ammoniacale, donne, avec le zinc, de l'hydrogène qui se mêle aux produits normaux de la réaction. Toutefois, ces premières expériences établissent, à côté de la formation de l'oxyde azoteux, une production importante d'azote provenant d'une réduction plus avancée de l'oxyde azotique.

» II. *Oxyde azotique sur le mercure en présence de fer humide.* — Dans un flacon bourré de tournure de fer bien brillante et préalablement rempli d'eau distillée et bouillie, on fait arriver l'oxyde azotique pur : puis le flacon ainsi disposé est maintenu sur la cuve à mercure.

» Le mercure s'élève très lentement dans le flacon. Le quarante-huitième jour, il reste encore quelques centièmes d'oxyde azotique. Le soixante-quatorzième jour il n'en reste plus, et le gaz contient à ce moment, pour 100 volumes :

Oxyde azoteux	61
Azote	36
Hydrogène	3

» Cette petite quantité d'hydrogène, déjà constatée vers le trentième jour, doit être attribuée à une action propre du fer sur l'eau au contact du mercure, conformément aux observations de Lavoisier, puis de Guibourt (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XI, p. 43).

» La formation simultanée d'azote et d'oxyde azoteux est donc établie.

» On remarquera la lenteur de la réduction de l'oxyde azotique; cette lenteur se retrouve dans sa transformation en oxyde azoteux et en azotite au contact d'une solution de potasse, réaction observée par Gay-Lussac, et que nous avons intégralement vérifiée. Cette lenteur doit provenir en partie de la faible solubilité du gaz dans l'eau. Aussi nous avons pensé que

la réduction serait plus rapide, en faisant agir les métaux sur une solution concentrée d'oxyde azotique dans le sulfate ferreux.

» Dans un flacon contenant le métal (tournure de fer ou grenaille de zinc) et rempli d'une dissolution de sulfate ferreux, on dirige un courant d'oxyde azotique, qui se dissout en donnant la liqueur noire bien connue. Après un temps suffisant, on cesse l'arrivée du gaz; on adapte un bouchon avec tube abducteur, et l'on recueille aussitôt sur le mercure les gaz, provenant de la réduction de l'oxyde azotique, qui se dégagent rapidement, parce qu'ils sont très peu solubles dans le liquide.

» III. *Action du fer sur la solution d'oxyde azotique dans le sulfate ferreux.* — Seules, les premières portions entraînent un peu d'oxyde azotique. Le dégagement, d'abord rapide pendant les deux premières heures, se ralentit.

» L'analyse des gaz a donné pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Azote.	Hydrogène.
Pendant la première heure	68	32	0
» la deuxième heure	64,4	35,6	0
De la deuxième à la dix-septième heure.	50,8	48,5	1,7
Du premier au deuxième jour	26,9	69,3	3,8
Du deuxième au quatrième jour	12,1	74,6	13,3
Du quatrième au cinquième jour	3,8	75,3	21,9
Du cinquième au huitième jour	1,7	73,5	24,8
Après un mois	0,0	63,1	36,9
Après deux mois	0,0	48	52

» Au début, la composition des gaz est semblable à celle observée avec l'oxyde azotique gazeux. Mais le rapport de l'azote à l'oxyde azoteux, tout d'abord égal à un tiers, croît rapidement, et ce dernier finit par disparaître à peu près complètement. Au contraire, la dose d'hydrogène, nulle au point de départ, augmente constamment, et, après un temps suffisant, on n'aurait plus qu'un dégagement très lent d'hydrogène pur [1].

» Il y a une faible proportion de sels ammoniacaux; la quantité d'ammoniaque, dosée directement, ne dépassait pas $0^{gr},25$ par litre.

» Les copeaux de fer sont recouverts d'un abondant dépôt vert très oxydable, constitué par du ferrite ferreux hydraté $Fe^3O^4 + Aq$. La réaction du fer sur l'oxyde azotique peut donc être représentée, au moins au début, par la formule

$$6AzO + 3Fe = Az^2 + 2Az^2O + Fe^3O^4.$$

Le tiers de l'oxyde azotique est réduit à l'état d'azote.

---

(1) Le fer, dans une dissolution de sulfate ferreux, fournit un dégagement lent d'hydrogène.

» IV. *Action du zinc sur l'oxyde azotique dissous dans le sulfate ferreux.* — L'action du zinc est plus vive que celle du fer : car à la réduction de l'oxyde azotique par le métal s'ajoute la réaction propre du zinc sur le sulfate ferreux, ce qui fournit un dégagement très net d'hydrogène, apparaissant dès le début. En négligeant les premières portions souillées par un peu d'oxyde azotique, les gaz dégagés pendant les deux premières heures contiennent pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Hydrogène.	Azote.
1re éprouvette.......	43,5	6,6	49,9
2e »	38	14	48
3e »	29	15	56 détone fort.
4e »	20	34	46 détone.

» Ici encore, la proportion de l'oxyde azoteux à l'azote va en diminuant. Il semble donc résulter de ces diverses observations que l'oxyde azoteux subit lui-même, de la part des métaux humides, une réduction à l'état d'azote. C'est un point que nous nous proposons d'établir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de la silice par l'aluminium.* Note de M. **Vigouroux**, présentée par M. Moissan.

« En comparant les chaleurs de formation de la silice et de l'alumine, on reconnaît que l'aluminium doit réduire la silice avec facilité. Si cette réaction est mal connue jusqu'ici, cela tient aux effets secondaires qui se produisent, tels qu'action de l'oxygène et de l'azote sur le silicium et l'aluminium en poudre. Les recherches que j'ai entreprises, sur la réduction de la silice par le magnésium ([1]), m'ont amené à étudier de plus près l'action de l'aluminium sur la silice pulvérisée ou fondue.

» On fait un mélange intime de poudre de silice (3 molécules) et de poudre d'aluminium (4 atomes) ([2]); en le chauffant progressivement, on constate qu'une vive incandescence se manifeste vers 800°. Elle est le résultat de la réduction de la silice par le métal. Après refroidissement, en effet, il reste une substance pulvérulente de couleur marron clair, tout à fait différente d'aspect de la matière primitive. Au moyen de l'acide chlor-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 94.

([2]) La poudre d'aluminium contient presque toujours de la matière grasse; on l'enlève par un lavage à l'éther.

hydrique concentré, on enlève l'aluminium qui n'a pas réagi; après lavage, l'alumine est éliminée par une ébullition prolongée avec l'acide sulfurique concentré. (Il est utile de faire bouillir ensuite avec de l'eau, de laver complètement et de recommencer l'opération jusqu'à ce que l'acide sulfurique ne dissolve plus rien.) La silice est ensuite entraînée, à l'état de fluorure de silicium, par une attaque à l'acide fluorhydrique, au bain-marie. Un ou deux traitements par ce dernier liquide, suivis d'une ébullition à l'acide sulfurique, pour faire disparaître les fluorures qui auraient pu se former, suffisent généralement. On lave et, après dessiccation, il reste une poudre marron, d'une grande homogénéité au microscope, qui présente tous les caractères du silicium amorphe.

» Ce procédé, fort simple, donne de bons résultats lorsque l'on dispose d'une poudre d'aluminium bien exempte de matières étrangères. Mais ce n'est pas toujours le cas; on trouve le plus souvent, dans le commerce, des poudres chargées d'impuretés de toutes sortes, qu'après réaction, les acides éliminent difficilement. Cet inconvénient disparaît lorsqu'il s'agit d'utiliser l'action de l'aluminium sur la silice à la préparation du silicium cristallisé.

» On sait que Sainte-Claire Deville ([1]) a obtenu, le premier, ce corps cristallisé soit dans l'aluminium en faisant passer des vapeurs de chlorure de silicium sur ce dernier, soit dans le zinc, par réaction du sodium sur le fluorure double de silicium et de potassium en présence de ce métal. Cette préparation, qui, bien conduite, fournit de très beaux cristaux, ne donne qu'un faible rendement. Wœhler ([2]), de son côté, obtenait le silicium en lamelles plates en chauffant de l'aluminium avec du fluorure double de silicium et de potassium. Il employait des proportions exagérées de ce sel, sans doute parce que sa molécule possède un poids très élevé et qu'elle renferme très peu de silicium (un huitième environ).

» Pour préparer le silicium cristallisé, nous avons, d'après les expériences précédentes, substitué la silice, qui contient près de la moitié de son poids de silicium, au

---

([1]) Deville, *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 321; t. XL, p. 1034, et t. XLI, p. 1953.

([2]) Wœhler, *Annales de Poggendorff*, t. XCVII, p. 484.

Wœhler chauffait de l'aluminium avec 20 ou 30 fois son poids de fluorure double à la température de fusion de l'argent. En étudiant cette réaction, nous avons pu nous convaincre : 1° que la réaction se produit avec incandescence avant le rouge naissant; 2° qu'il faut porter au voisinage de 1000° pour amener le tout à l'état de fusion et séparer le culot; 3° que les meilleurs rendements nous ont été fournis en chauffant au four Perrot, dans un creuset n° 12 : fluorure double, 400 grammes; aluminium en fragments, 125 grammes.

fluorure double. Mais, comme la silice employée et l'alumine produite par la réaction sont très peu fusibles, il faut opérer à très haute température ou bien ajouter un fondant.

» Dans le premier cas, on a chauffé du quartz en poudre et de l'aluminium en fragments au four électrique dans un creuset de charbon, et après trois ou quatre minutes l'opération était terminée. La scorie (alumine ou silicate d'alumine) s'est retrouvée fondue sur les parois du creuset. Qnant au silicium mis en liberté, il s'est dissous dans le métal réducteur, si l'on a employé un excès d'aluminium. Le culot, traité par l'acide chlorhydrique, a abandonné les cristaux. Si, au contraire, le métal réducteur est en quantité insuffisante pour réduire la silice, le silicium rendu libre fond et se porte à la partie inférieure du creuset; la silice en excès surnage et, pour peu qu'on prolonge la chauffe, elle distille, ainsi que l'a indiqué M. Moissan. Après refroidissement, on retrouve un culot de silicium fondu possédant une belle cassure cristalline. Si, au lieu d'un creuset, on chauffe le mélange dans un tube de charbon placé horizontalement au milieu du four électrique, une partie du silicium fond et coule le long du tube, tandis qu'une autre partie distille et vient se condenser en lamelles nombreuses qui forment une abondante cristallisation vers les points refroidis.

» Lorsqu'on ne dispose pas d'un foyer capable d'amener à fusion les substances réagissantes, on peut utiliser le fluorure double comme fondant. C'est ainsi qu'en employant un foyer à fort tirage, on a pu fondre facilement et réduire un mélange à molécules égales de silice et de fluorure double. Au four Perrot, on a préparé de grandes quantités de silicium en chauffant, dans un creuset en terre, à la température maxima fournie par le foyer :

Aluminium en fragments............	120^{gr}	
Silice (quartz pulvérisé, sable fin)....	30	c'est-à-dire $\frac{1}{2}$ molécule
Fluorure double pulvérisé...........	220	» 1 »

» La silice est intimement mélangée au fluorure double avant l'opération. Si ce dernier ne contient pas lui-même de silice, la fusion et la séparation du mélange se produisent très facilement. On obtient un culot à travers lequel pointent de nombreux cristaux; sa cassure est ardoisée et formée d'un grand nombre de facettes dues à la grande quantité de lames cristallines dont il est chargé. On le concasse et on le traite par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, ce qui a pour effet de dissoudre le métal et d'en dégager le silicium. Une charge donne un culot pesant en moyenne 100^{gr} dont on retire environ 40^{gr} de silicium cristallisé.

» Le silicium obtenu par réduction de la silice par l'aluminium soit au four Perrot en présence du fluorure double, soit au four électrique sans fondant, se présente en lamelles cristallines parfois très minces, douées d'un bel éclat métallique et possédant les propriétés chimiques du silicium amorphe étudié précédemment (¹). Ainsi il brûle avec incandescence dans

(¹) *Propriétés du silicium amorphe* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 367).

le fluor, le chlore, le brome, l'oxygène, le soufre, etc., et n'est pas attaqué par l'acide fluorhydrique. Si l'on étudie ces cristaux au microscope, on reconnaît que certains présentent nettement une forme hexagonale et que, de plus, ils se laissent traverser par la lumière en lui donnant une teinte jaune prononcée. En un mot, ce silicium en lamelles très minces ou en menus fragments est transparent, sous le microscope. Il n'agit pas sur la lumière polarisée. D'ailleurs ces propriétés appartiennent aussi au silicium de Wœhler et à celui de Deville lorsqu'ils ont été amenés en fragments assez fins.

» En résumé, de cette étude et des recherches publiées précédemment, il résulte pour nous qu'il y a deux variétés de silicium, l'une amorphe et l'autre cristallisée, cette dernière étant transparente sous une très faible épaisseur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de quelques propriétés des réactions du sulfure de plomb*. Note de M. **A. Lodin**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Dans diverses Notes publiées l'année dernière, M. James Hannay a mis en question l'exactitude des réactions admises jusqu'ici comme base de la théorie de la métallurgie du plomb au fourneau à réverbère :

$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO^2$$
$$PbS + PbSO^4 = 2Pb + 2SO^2$$
$$PbS + 3PbSO^4 = 4PbO + 4SO^2.$$

» Il a proposé d'y substituer des formules compliquées, ayant pour base la formation d'un composé hypothétique PbS^2O^2, stable et volatil au rouge très vif, mais se dédoublant spontanément en sulfure de plomb et acide sulfureux à une température inférieure.

» La critique seule des expériences de M. Hannay, telles qu'il les a décrites, suffirait pour établir l'invraisemblance de son hypothèse. Mais l'importance pratique des réactions contestées justifiait une étude expérimentale de la question. Nous avons entrepris cette étude, en ayant soin de nous mettre à l'abri des causes perturbatrices négligées jusqu'ici, notamment de l'influence exercée par l'air ou les gaz du foyer, et en outre d'opérer à des températures bien définies.

» A ce dernier point de vue, nous avons eu recours au couple thermo-

électrique de M. Le Chatelier, en prenant les précautions nécessaires pour éviter l'action destructrice du plomb et de certains de ses composés.

» Nos expériences ont été faites dans des nacelles de porcelaine, chauffées dans un tube en verre de Bohême pour les températures inférieures à 860°, dans un tube de porcelaine pour les températures plus élevées.

» Pour opérer dans un milieu gazeux inerte, nous avions eu d'abord recours à l'acide carbonique, mais divers faits nous ont montré que ce gaz exerçait sur le sulfure de plomb une action oxydante très appréciable, qui s'unissait à la volatilité considérable du sulfure pour altérer les résultats prévus. Dans une expérience, faite en vue d'apprécier l'importance de ces deux actions perturbatrices, de la galène pure, chauffée pendant quatre heures à 860°, dans un courant d'acide carbonique pur et sec, n'a laissé d'autre résidu que $0^{gr},021$ de plomb pur : l'odeur d'acide sulfureux s'était manifestée à l'extrémité du tube pendant toute la durée de l'opération. Les parties froides du tube étaient tapissées de petits cristaux cubiques de sulfure de plomb.

» La volatilisation de ce corps pouvait être attribuée à la formation et à la décomposition successives du composé hypothétique PbS^2O^2. Pour écarter la possibilité de cette explication, nous avons substitué à l'acide carbonique l'azote pur et sec; dans ces conditions, nous avons pu obtenir à 860° la volatilisation complète de la galène, sans fusion préalable.

» Le point de fusion de ce corps n'était donc pas au rouge sombre, comme l'affirmaient les anciens auteurs, mais à une température bien supérieure. En opérant dans un tube de porcelaine et en réalisant un chauffage très rapide, nous avons pu constater que ce point de fusion se trouve compris entre 930° et 940°.

» Dans ces conditions opératoires, la partie supérieure du sulfure se transforme en une masse de petits cristaux cubiques, modifiés parfois par des facettes octaédriques.

» Ces données une fois acquises, nous avons opéré dans un courant d'azote pur et sec pour vérifier les réactions du sulfure de plomb sur l'oxyde et le sulfate du même métal. Comme procédés de contrôle, nous avons employé, d'une part, la pesée de la nacelle avant et après réaction, d'autre part, le dosage de l'acide sulfureux par transformation en acide sulfurique au moyen de l'eau oxygénée.

» 1° *Réaction du sulfure de plomb sur l'oxyde.* — En chauffant pendant quatre heures et demie, jusqu'à une température finale de 720°, un mélange de $0^{gr},239$ de sulfure et de $0^{gr},800$ d'oxyde de plomb, on a constaté une

perte de poids de $0^{gr},062$ et dosé $0^{gr},061$ d'acide sulfureux. Or, le poids de ce corps devait être théoriquement de $0^{gr},064$; la confirmation de la réaction

$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO^2$$

peut donc être considérée comme très satisfaisante. Il faut remarquer que dans ce cas, en présence d'un excès d'oxyde de plomb et à basse température, il n'y a pas eu de volatilisation sensible de galène : il reste dans la nacelle des grenailles de plomb pur empâtées dans l'excès d'oxyde.

» 2° *Réaction du sulfure de plomb sur le sulfate.* — On a employé $0^{gr},500$ de chacun des deux corps, ce qui correspond à un léger excès de sulfure. La réaction commence vers 670°, c'est-à-dire à une température bien inférieure au point de fusion des deux éléments du mélange ; elle a été poursuivie pendant trois heures et demie jusqu'à une température de 820°.

» La perte de poids de la nacelle a été de $0^{gr},286$: une partie de cette perte était due à la volatilisation de la galène, dont on a pu recueillir $0^{gr},069$ sur les parois du tube, tout en laissant un peu de matière adhérente au verre. La perte de poids, rectifiée par déduction du sulfure condensé, serait de $0^{gr},217$; calculée, elle serait de $0^{gr},212$. D'autre part, on a dosé $0^{gr},207$ d'acide sulfureux dégagé : l'évaluation directe de ce corps et son évaluation par différence présentent donc des écarts faibles, de sens inverse et d'égale valeur absolue par rapport au chiffre théorique résultant de la formule

$$PbS + PbSO^4 = 2Pb + 2SO^2.$$

» On peut donc considérer celle-ci comme exacte.

» 3° Nous croyons utile de faire figurer ici, bien qu'elle ait été faite dans un courant d'acide carbonique et non d'azote, une expérience vérifiant la formule

$$PbS + 3PbSO^4 = 4PbO + 4SO^2,$$

déjà contrôlée par M. Roberts-Austen.

» Un mélange bien intime de $0^{gr},239$ de sulfure de plomb et de $1^{gr},002$ de sulfate a été placé dans une nacelle de porcelaine, préalablement brasquée avec $0^{gr},906$ de sulfate pour atténuer la corrosion des parois. En chauffant progressivement jusqu'à 820°, on a obtenu un mélange fondu d'oxyde et de sulfate, sans trace de plomb métallique. La perte de poids a été de $0^{gr},251$, alors qu'elle aurait dû être théoriquement de $0^{gr},256$; le résidu contenait $0^{gr},895$ d'oxyde de plomb non combiné, au lieu de $0^{gr},892$.

Si l'on tient compte de la faible influence oxydante exercée par l'acide carbonique, ces chiffres fournissent une vérification très satisfaisante de la formule.

» En résumé :

» 1° Le sulfure de plomb entre en fusion seulement à 935°, mais sa tension de vapeur est considérable à des températures bien inférieures;

» 2° Cette dernière propriété suffit à expliquer les phénomènes de volatilisation attribués par M. Hannay au composé hypothétique PbS^2O^2, ainsi que le développement actif des réactions de PbS sur PbO et $PbSO^4$ à des températures inférieures à 935°;

» 3° A ces températures, les formules admises depuis longtemps pour expliquer les réactions de la métallurgie du plomb au réverbère se vérifient exactement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés campholéniques*. Note de M. **A. Béhal**, présentée par M. Friedel.

« M. F. Tiemann a communiqué, dans les *Comptes rendus de la Société chimique allemande* du 13 mai 1895, p. 1079, un travail sur le camphre, dans lequel il confirme, en général, les résultats que j'ai obtenus.

» J'ai trouvé que le chlorure d'acétyle agit sur la camphoroxime d'une façon différente suivant que l'on opère à chaud ou à froid.

» A froid, on obtient un nitrile qui, hydraté, fournit une amide fusible à 130°,5 et ultérieurement un acide liquide, l'acide campholénique. Mon travail montre que, probablement, ni le nitrile, ni l'amide, ni l'acide campholénique n'avaient été jusqu'ici obtenus à l'état de pureté.

» J'ai de plus trouvé que l'acide chlorhydrique donne à chaud, avec la même camphoroxime, un nitrile qui, par hydratation, fournit une campholénamide fusible à 86° et ensuite un acide campholénique solide fusible à 50°.

» J'ai établi que ces deux séries de corps diffèrent essentiellement en ce que les dérivés correspondant à l'amide fondant à 130°,5 agissent sur la lumière polarisée, tandis qu'au contraire ceux qui dérivent de l'amide fondant à 86° sont inactifs. J'ai fait voir comment on peut passer de la série active à la série inactive.

» M. Tiemann a trouvé de plus que l'acide sulfurique ou l'acide iodhydrique, chauffés avec le nitrile actif, donnent un isoamidocamphre, amine primaire qui, par ébullition avec les acides, se transforme en amide inactive fusible à 86°. J'avais depuis longtemps ce corps entre les mains; je l'avais obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique ou de l'acide iodhydrique sur l'amide active. L'iodhydrate se sépare de la solution benzénique qui

a servi à la préparation de la campholénolacétone, mais j'avais laissé ce corps de côté à cause de son faible rendement et de son inutilité pour le but que je poursuis.

» Je suis heureux que le savant chimiste ait confirmé ces divers points de mon travail. En revanche il est quelques faits de détails sur lesquels nous ne sommes pas d'accord; je vais les exposer brièvement.

» M. Tiemann annonce que l'acide chlorhydrique est sans action sur la camphoroxime. Or c'est précisément le procédé que j'emploie pour obtenir le nitrile qui sert à la préparation de l'acide inactif que j'ai découvert. Si l'on chauffe la camphoroxime avec de l'acide chlorhydrique en solution aqueuse concentrée, elle se dissout; puis brusquement le liquide se trouble, et la réaction devient si énergique qu'on est obligé de refroidir pour éviter les projections si l'on opère sur une quantité notable d'oxime : 500^{gr} par exemple; la réaction commencée continue ensuite d'elle-même et le nitrile se rassemble rapidement à la surface.

» M. Tiemann dit plus loin que, contrairement à l'assertion de plusieurs auteurs qui ont mentionné la décomposition de l'acide campholénique en présence de traces de sodium, cet acide est stable vis-à-vis de cet agent et la production de campholène est due uniquement à la présence de campholénolactone.

» J'ai montré (*Comptes rendus*, p. 800; 1894) que l'acide campholénique inactif donne, en présence d'une trace de sodium, 90 pour 100 du rendement théorique en campholène. Du reste, on ne peut invoquer la présence de campholénolactone dans l'acide, car le procédé qui a servi à préparer celui-ci éliminerait la lactone s'il s'en était formé. D'ailleurs, les campholénolactones à l'état de pureté distillent parfaitement sans décomposition sous la pression ordinaire, et présentent la même stabilité que les acides.

» M. Tiemann me reproche de n'avoir obtenu la campholénolactone qu'à l'état impur. Il pense qu'elle renfermait probablement de la campholènamide.

» Il est très facile de répondre.

» J'ai signalé (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 860) une lactone obtenue par l'action de l'acide iodhydrique sur l'acide campholénique inactif. Cette lactone bout à 255° sous 760^{mm}. J'ai décrit une seconde lactone (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 929), préparée au moyen de l'amide campholénique active fusible à 130°, 5.

» Ces deux corps sont essentiellement différents, en ce que la première lactone est inactive, tandis que la seconde fournie par l'amide fusible à 130°, 5, qui est lévogyre, possède au contraire un pouvoir rotatoire droit.

» M. Tiemann a confondu ces deux corps, car il dit que les deux lactones obtenues

en partant soit de l'acide inactif, soit de l'acide actif, sont identiques. M. Tiemann a fort bien observé que la lactone inactive donne, lorsqu'on la traite avec précaution par l'acide sulfurique étendu, un acide-alcool auquel il attribue le point de fusion de 105°. La lactone active donne de même, lorsqu'elle est transformée en sel de potassium, puis acidulée, un acide-alcool, insoluble ou peu soluble dans l'eau. Il est facile d'obtenir ces deux corps à l'état de pureté. On acidule avec précaution la solution aqueuse du sel de potassium, on épuise à l'éther, puis on évapore ce dernier à froid; enfin, on broie la masse cristalline obtenue avec du benzène ou de l'éther de pétrole, on essore et l'on dessèche. Comme les oxyacides ne peuvent renfermer, comme impuretés, que les lactones correspondantes, et que celles-ci sont très solubles dans les véhicules employés, il s'ensuit que les acides-alcools obtenus sont purs. Ils ne présentent pas, néanmoins, de point de fusion net, ce qui tient à ce fait qu'ils se transforment partiellement en lactone avant de fondre; aussi, suivant la rapidité de la détermination du point de fusion, on trouve 96°, 98°, 102° pour ces deux corps. Ils décomposent les bicarbonates en solution aqueuse froide et se transforment facilement par perte d'eau en lactones active et inactive.

» Si l'accord entre nos travaux ne présente pas, au point de vue expérimental, de grands écarts, les points de fusion ou d'ébullition trouvés par M. Tiemann étant identiques aux miens, à part le point de fusion de l'acide inactif qu'il trouve égal à 52°, il n'en est pas de même du point de vue théorique. M. Tiemann continue à considérer l'acide camphorique comme un acide bibasique; or, les travaux de M. Friedel sur ce sujet ont démontré l'existence de deux classes d'éthers acides, dont les uns sont saponifiés par les alcalis, et les autres le sont peu ou point. On ne connaît aucun corps à fonction acide vraie qui se comporte ainsi. Or M. Tiemann fait cependant de l'acide camphorique un dérivé glutarique

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2 = C - CH - CO^2H \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad | \\ \qquad\qquad\;\; | \quad CH^2 \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad | \\ CH^3 - HC - CH - CO^2H. \end{array}$$

» D'autre part, M. Guerbet a démontré, d'une façon indiscutable, que le campholène se transforme en triméthylhexahydropseudocumène par action de l'acide iodhydrique, et j'ai trouvé que l'acide campholénique inactif donne 90 pour 100 de campholène par simple perte d'acide carbonique. Or, M. Tiemann attribue à l'acide campholénique la formule

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2 = C - CH - CH^2 \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad | \qquad\; | \\ \qquad\qquad\;\; | \quad CH^2 \quad | \\ \qquad\qquad\;\; | \qquad | \qquad\; | \\ \qquad CH^3C = CH \quad CO^2H \end{array}$$

qui ne permet, en aucune façon, de passer à un dérivé du triméthylbenzène 1.3.4.

» M. Tiemann n'est pas, du reste, toujours lui-même d'accord avec les faits qu'il avance; en effet, il trouve que les acides campholéniques actif et inactif donnent la même lactone et il leur attribue les formules différentes ci-dessous :

$$\begin{array}{cccccc}(CH^3)^2 = C & - & CH & - & CH^2 & \\ \vert & & \vert & & \vert & \\ \vert & & CH & & \vert & \\ \vert & & \vert & & \vert & \\ CH^3 - CH & - & CH & & CO^2H & \end{array}$$

Acide actif.

$$\begin{array}{cccccc}(CH^3)^2 = C & - & CH & - & CH^2 & \\ \vert & & \vert & & \vert & \\ \vert & & CH^2 & & \vert & \\ \vert & & \vert & & \vert & \\ CH^3 - CH & = & CH & & CO^2H & \end{array}$$

Acide inactif.

» Mais il est bien évident que l'acide actif donnera par hydratation une lactone γ tandis que l'acide inactif ne peut donner qu'une lactone δ.

» Si j'ai été conduit à considérer ces deux corps comme stéréoisomères, c'est qu'ils donnent le même campholène et qu'ils ne subissent aucune transformation par l'ébullition avec les alcalis. Or, si la liaison éthylénique était en position $\gamma.\delta$, il est vraisemblable que, ces acides se comportant comme ceux à fonction éthylénique de la série grasse, la double liaison émigrerait, ainsi qu'il résulte des travaux de M. Fittig.

» Je voudrais, en terminant, présenter une observation. J'ai publié mes principaux résultats depuis plus de six mois (5 novembre et 12 novembre 1894); l'extrait de mon travail a paru dans les *Berichte* du 28 janvier 1895 et je pensais que, aucune réclamation ne s'étant élevée depuis cette époque, j'étais bien en droit de poursuivre tranquillement mes recherches vers le but que je me suis proposé d'établir la constitution du camphre. M. Tiemann annonce l'intention de continuer dans la même voie, et je vais me trouver dans l'obligation de communiquer hâtivement des résultats incomplets ou bien de me trouver privé du fruit de mes peines, alors que la date de mes recherches et de mes publications doit m'assurer un droit incontestable à la continuation de ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cinchonicine cristallisée;* Note de M. **Ferdinand Roques** [1], présentée par M. Henri Moissan.

« La cinchonicine, découverte en 1853 par M. Pasteur [2], a toujours été décrite comme vitreuse et résinoïde; il en a été de même pour la plu-

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

(2) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 110.

part de ses composés. J'ai repris son étude et j'ai pu l'obtenir cristallisée, ainsi qu'un certain nombre de ses combinaisons.

» Je la prépare par le procédé de M. Hesse (¹), c'est-à-dire en fondant le sulfate neutre de cinchonine, à 130°, et en purifiant la base par des cristallisations dans l'eau, à l'état d'oxalate. J'opère sur 100gr de sel à la fois. Une solution incolore d'oxalate donne la base libre par traitement à la potasse et épuisement à l'éther; la solution éthérée, soigneusement desséchée par la potasse fondue, est filtrée rapidement.

» Aussi longtemps que j'ai cherché à obtenir des cristaux avec cette solution, en la traitant en présence de l'air, je n'ai eu que des produits amorphes, plus ou moins huileux. Les faits observés m'ayant donné à penser que le produit est oxydable à l'air dans ces conditions, j'ai concentré à l'ébullition la solution éthérée sèche, en y faisant passer un courant d'hydrogène pur et sec, et en évitant toute surchauffe des parois du ballon; à cet effet, j'ai employé comme agent de chauffage un bain d'eau à 45°. Le produit sirupeux, refroidi rapidement avec du chlorure de méthyle, puis abandonné, s'est converti, après quelques heures, en un magma de cristaux incolores.

» Les premiers cristaux ainsi obtenus, il est préférable, dans une préparation, de ne pas pousser aussi loin la concentration dans le courant d'hydrogène et de l'arrêter quand la solution éthérée contient 9 pour 100 environ de base; transvasant alors la solution dans un ballon plus petit, on poursuit l'évaporation dans le vide, dans un bain d'eau à la température de 25° à 30° environ. Quand les bulles de vapeur commencent à devenir moins fréquentes et que le liquide prend un aspect sirupeux, on sort le ballon de l'eau; l'évaporation se continuant, le produit se refroidit et le vase ne tarde pas à être entouré de givre; on laisse alors rentrer l'air, on ajoute quelques cristaux déjà obtenus, on bouche avec soin, et l'on abandonne dans un endroit frais; la cristallisation commence presque aussitôt et est terminée environ douze heures après. Le liquide décanté fournit un second dépôt après concentration.

» Les cristaux, lavés avec un peu d'éther anhydre, sont placés dans l'exsiccateur entre des papiers; débarrassés jusqu'à poids constant des dernières traces d'éther, l'analyse leur attribue la formule $C^{19}H^{22}Az^2O$. (C trouvé 77,25, 77,15; calculé 77,55; H trouvé 7,62, 7,53; calculé 7,48; Az trouvé 9,76, 9,51; calculé 9,52). Ils sont anhydres et d'un jaune ambré

(¹) *Liebig's Annalen*, t. CLXXVIII, p. 253.

très pâle. Ils constituent des prismes atteignant souvent plus de 10^{mm} de longueur sur 3^{mm} de large, mais présentant des faces courbes qui leur donnent dans certaines directions une apparence lenticulaire; néanmoins M. Wyrouboff, dans un examen préalable portant sur des cristaux déjà altérés, a observé leurs propriétés optiques, qui indiquent une forme triclinique. Ces cristaux s'altèrent, en effet, avec une très grande rapidité; exposés à l'air, ils ne tardent pas à prendre un aspect huileux à la surface; peu à peu, ils augmentent de poids, vraisemblablement en absorbant l'humidité de l'air, et se changent en une masse sirupeuse. Quand on cherche à les pulvériser dans l'air, ils adhèrent bientôt au mortier et ne tardent pas à se changer en une pâte résineuse; après cette altération, ils ne reprennent plus l'état cristallin dans l'exsiccateur. Le point de fusion est à 49°-50°; des expériences répétées sur des échantillons provenant de cristallisations et de préparations différentes, m'ont toujours donné ces mêmes chiffres; l'huile incolore provenant de la fusion ne recristallise pas par refroidissement. La cinchonicine cristallisée est dextrogyre; son pouvoir rotatoire, mesuré sur des dissolutions à 1 pour 100, est: $\alpha_D = +48°,25$ dans l'alcool absolu, et $\alpha_D = +28°,72$ dans l'eau avec 2HCl. Soluble dans la benzine, le toluène, l'acétone, le chloroforme, l'alcool aqueux ou absolu, on n'a pas pu jusqu'ici la faire recristalliser en traitant ses dissolutions dans ces liquides; l'éther humide en dissout environ 6 pour 100 et le produit s'altère lentement; l'éther sec en dissout beaucoup plus. Projetés dans l'eau, les cristaux se transforment en une huile qui surnage, et un peu de base se dissout; la liqueur légèrement alcaline précipite abondamment par addition de quelques gouttes d'acide picrique; le précipité jaune clair, soluble à chaud, se dépose à nouveau par refroidissement; solubles dans le chlorhydrate d'ammoniaque en solution aqueuse, ils en déplacent à chaud l'ammoniaque. Traités par l'acide oxalique, ils régénèrent bien l'oxalate de cinchonicine connu.

» J'ai obtenu les dérivés suivants :

» Le *chloro-zincate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.2HCl.ZnCl^2 + 2H^2O$, s'obtient très aisément en dissolvant à chaud 6^{gr} de base cristallisée dans une solution chlorhydrique de $3^{gr},5$ de chlorure de zinc. La liqueur abandonne bientôt des cristaux aiguillés, transparents, incolores. (Sel hydraté : eau trouvée 6,78, 6,93; calculée 6,67; Cl trouvé 26,49, 26,37; calculé 26,34; Zn trouvé 12,13, 12,35; calculé 12,05. — Sel sec : Cl trouvé 27,82, 28,13; calculé 28,23; Zn trouvé 13,05, 13,28; calculé 12,92.)

» Le *chloro-cadmiate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.2HCl.CdCl^2$, est aussi très aisé à préparer avec 10 parties de base pour 7 parties de chlorure de cadmium, comme

le sel précédent. Il cristallise dans l'eau en aiguilles prismatiques : les cristaux sont hydratés; les chiffres, trouvés pour l'eau de cristallisation, sont compris entre 2 molécules à 2,5 molécules d'eau (Cl trouvé sur sel sec 25,80, 26,07; calculé 25,83).

» Le *chlorométhylate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.CH^3Cl$, se dépose en petites aiguilles incolores, anhydres, lorsqu'on ajoute du chlorure de méthyle à une solution éthérée anhydre de cinchonicine (Cl trouvé 10,90, 10,00; calculé 10,30). Il ne s'altère pas à l'étuve à 110° et n'y change pas de poids; il est soluble dans l'eau, surtout à chaud, et dans l'alcool. Il fond à 159° (corr.) Il donne, avec le chlorure de zinc, un sel parfaitement cristallisé que j'étudierai.

» L'*iodo-méthylate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.CH^3I$, est plus altérable. En ajoutant de l'iodure de méthyle à une solution de cinchonicine dans l'éther sec, on obtient un précipité blanc, dont la formation est favorisée par l'addition d'une goutte d'eau. Le précipité est séparé de suite et séché dans le vide sec. L'eau mère en abandonnera de nouveau. Si la poudre blanche est reprise par l'eau tiède, la solution donne, par refroidissement, des cristaux altérables, jaunes et anhydres (I trouvé 28,55, 28,84; calculé 29,13).

» Le *bromo-éthylate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.C^2H^5Br$, se prépare comme le chloro-méthylate; ses cristaux ont à peu près le même aspect que ceux de ce dernier (Br trouvé 20,16, 19,64; calculé 19,75). Son point de fusion est 153° (corr.).

» L'*iodo-éthylate de cinchonicine*, $C^{19}H^{22}Az^2O.C^2H^5I$, est plus altérable encore que l'iodo-méthylate; je ne l'ai obtenu qu'en poudre fine, anhydre, jaune, altérable dans les liqueurs où on le produit, mais se conservant mieux quand il en est séparé (I trouvé 28,28; calculé 28,22).

» J'ai cherché à obtenir le bromhydrate et le chlorhydrate par double décomposition du chlorure et du bromure de potassium avec l'oxalate de cinchonicine, comme M. Hesse l'a fait pour l'iodhydrate, mais cette réaction, qui donne de bons résultats avec l'iodure, ne m'en a donné aucun avec les deux autres sels.

» Je continue à m'occuper de la cinchonicine et de ses dérivés, et j'ai entrepris un travail parallèle sur la quinicine [1]. »

---

[1] Au moment de publier cette Note, je reçois le numéro du 13 mai courant des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, contenant, sous le titre *Sur la constitution de la cinchonine*, un article de MM. W. v. Miller et Rohde; les auteurs y consacrent un paragraphe à la cinchonicine qu'ils ont réussi à faire cristalliser; ils supposent même qu'une base, qu'ils ont décrite antérieurement sous le nom de *cinchotoxine*, ne serait, en réalité, que de la cinchonicine, mais ils hésitent à l'affirmer. Les indications fournies par MM. v. Miller et Rohde sont trop succinctes pour permettre d'essayer une comparaison; toutefois, le point de fusion qu'ils indiquent est très différent de celui donné ci-dessus. Je me bornerai à ajouter que la base cristallisée, décrite par moi, provient de l'oxalate de cinchonicine pur, qu'elle reproduit ce sel et qu'aucun doute ne peut exister sur sa nature.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation d'un sel d'aniline en acide anile.* Note de M. **L. Simon**, présentée par M. Friedel.

» I. L'acide pyruvique ne se comporte pas vis-à-vis de l'aniline comme le fait d'ordinaire un acide avec une base : *il ne se forme pas de sel proprement dit.* Le groupement cétonique qu'il renferme intervient pour donner naissance à un produit de condensation : l'acide anilpyruvique

$$CH^3 - CO - COOH + C^6H^5AzH^2 = CH^3 - \underset{\substack{\| \\ Az.C^6H^5,}}{C} - COOH + H^2O$$

» Il est assez curieux de voir l'acide phénylglyoxylique se comporter dans les mêmes conditions d'une façon toute différente et fournir *exclusivement le sel correspondant*

$$C^6H^5 - CO - COOH + C^6H^5AzH^2 = C^6H^5 - CO - CO^2AzH^3C^6H^5.$$

» L'altération que subit ce sel sous l'action de la chaleur m'a conduit à penser que sa molécule possède une tendance accentuée à éprouver la transformation

$$C^6H^5.CO - CO^2AzH^3C^6H^5 = C^6H^5 - \underset{\substack{\| \\ Az - C^6H^5.}}{C} - COOH + H^2O$$

» Le phénylglyoxylate d'aniline tend à se transformer en acide anilphénylglyoxylique ([1]).

» En sorte que la dissimilitude d'action des deux acides cétoniques n'est qu'apparente; dans les deux molécules l'influence du groupe cétonique l'emporte, mais à un degré différent, sur celle du groupe acide.

» II. 1° Un échantillon de phénylglyoxylate d'aniline, chauffé dans un appareil à déterminer les points de fusion, suinte vers 87°-90° en cédant de l'eau; puis la matière redevient solide et fond à 138°, en produisant un violent dégagement gazeux.

» 2° Le même sel, placé dans une nacelle et chauffé dans le vide, à une température voisine de 100°, perd du gaz carbonique et de l'eau. Il reste dans la nacelle un liquide jaune brunâtre qui se concrète par refroidissement en une masse cristalline.

» La perte de poids de la nacelle correspond à l'équation

$$C^6H^5 - CO - CO^2AzH^3C^6H^5 = CO^2 + H^2O + C^6H^5 - CH = Az - C^6H^5.$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1342.

» D'ailleurs la substance possède bien les propriétés et la composition de la benzylidène-aniline [1].

» 3° Chauffe-t-on, enfin, le même sel à la pression ordinaire, il perd de l'anhydride carbonique vers 100° et se transforme en une huile vert foncé d'où l'on peut extraire, par addition d'éther, une matière colorante verte; si l'on continue à chauffer quand le dégagement gazeux a cessé, il passe à la distillation de la benzylidène-aniline (20 pour 100 environ du poids du sel employé).

» III. Les faits précédents semblaient indiquer une migration sous l'action de la chaleur; il m'a été impossible d'isoler dans ce cas le terme intermédiaire entre le sel d'aniline et la benzylidène-aniline. J'ai été plus heureux en opérant de la manière suivante :

» Si l'on projette du phénylglyoxylate d'aniline dans de l'alcool méthylique (3 parties) il se dissout instantanément; puis, quelques minutes après, au sein de la liqueur claire, se forment quelques paillettes cristallines blanches dont la masse s'accroît rapidement; au bout de peu de temps tout le liquide est pris en une bouillie de cristaux.

» On essore, on lave avec un peu d'alcool méthylique et l'on obtient ainsi, en poids à peu près égal à celui du sel employé, un corps blanc, cristallisé en aiguilles feutrées, qui fond à 151° en se décomposant, sans paraître subir jusque-là aucune altération.

» C'est l'acide anilphénylglyoxylique $C^6H^5 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5}{\|}}{C} - CO^2H$.

» Ainsi, *sous l'action du l'alcool méthylique, à froid, le phénylglyoxylate d'aniline se transforme intégralement en acide anilphénylglyoxylique*.

» On réalise la même transformation en faisant bouillir le sel avec du chloroforme ou du benzène. Après filtration, la partie soluble se prend par refroidissement en cristaux de phénylglyoxylate d'aniline; la partie restée sur le filtre est de l'acide anilphénylglyoxylique. Si la durée de chauffe est suffisante, la transformation est intégrale.

» IV. Préparé par l'un de ces moyens, le produit obtenu est blanc, cristallin; il fond à 151° en se décomposant conformément à l'équation

$$C^6H^5 - \underset{\underset{\displaystyle Az - C^6H^5}{\|}}{C} - CO^2H = C^6H^5 - CH - Az = C^6H^5 + CO^2.$$

---

(1) J'avais considéré tout d'abord ce produit comme une phénanthridine; mais il est différent du corps obtenu par Aimé Pictet et Ankersmit (*D. ch. Ges.*, t. XXII, p. 3339). Au contraire, il a un point de fusion voisin de celui de la benzylidène-aniline.

» Il est insoluble dans le chloroforme et le benzène bouillants, peu soluble dans l'éther et l'acide acétique froid.

» Ce corps se dissout dans un excès d'alcool méthylique; il faut donc éviter cet excès dans sa préparation. En outre, il semble subir à la longue une altération plus profonde au sein de ce dissolvant.

» Il est également soluble dans l'alcool éthylique, surtout à chaud. La solution ne précipite pas par addition d'eau, elle possède alors une réaction nettement acide.

» L'eau bouillante le dissout abondamment; mais, par refroidissement, on recueille *exclusivement*, soit à l'état solide, soit dans les eaux mères, le phénylglyoxylate d'aniline régénéré.

» *L'acide anilphénylglyoxylique est transformé intégralement par l'eau bouillante en phénylglyoxylate d'aniline.*

» Les acides forts dissolvent l'acide phénylglyoxylique : l'acide sulfurique concentré prend alors une coloration jaune verdâtre qui disparaît lorsqu'on étend d'eau. Les alcalis le dissolvent également, mais assez lentement.

» Si l'on ajoute de l'azotate d'argent à une solution neutre au tournesol et, *faite à froid*, d'acide phénylglyoxylique dans la potasse, on obtient tout d'abord un précipité blanc qui brunit peu à peu; puis la liqueur filtrée abandonne, du jour au lendemain, des amas de cristaux aciculaires. Ces aiguilles répondent à la composition de l'anilphénylglyoxylate d'argent

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - \underset{\|}{C} - CO^2Ag \\ \phantom{C^6H^5 - {}}AzC^6H^5. \end{array}$$

» Quant au précipité qui se forme tout d'abord, c'est du phénylglyoxylate d'argent $C^6H^5 - CO - CO^2Ag$ dont la genèse est très claire si l'on a égard à l'action de l'eau sur l'acide anilphénylglyoxylique.

» Enfin, l'acide anilphénylglyoxylique, traité par la phénylhydrazine en solution éthérée, ne fournit aucun précipité. Au contraire, sa solubilité, faible dans l'éther, semble s'accroître lorsqu'on ajoute à ce dissolvant de la phénylhydrazine, vraisemblablement par suite de la formation d'un sel. Dans les mêmes conditions, le phénylglyoxylate d'aniline donne un précipité abondant; cette différence d'attitude concorde avec l'apparition du groupe cétonique.

» Ces faits, établis pour l'aniline, ne se répètent pas exactement, à beaucoup près, pour l'ammoniaque et les toluidines. Je compléterai, dans un Mémoire plus détaillé, ce qui est relatif à ces bases. Néanmoins, ce qui précède paraîtra suffisant, je l'espère, pour justifier la manière de voir

exprimée plus haut au sujet de la transformation singulièrement facile du phénylglyoxylate d'aniline en acide anilphénylglyoxylique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'ozobenzène.* Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Grimaux.

« Nous avons donné, M. Houzeau et moi ([2]), le nom d'*ozobenzène* au produit explosif qui se forme par l'action de l'ozone sur le benzène. M. Leeds ([3]) a déclaré n'avoir jamais pu obtenir ce corps et a nié son existence. D'après lui, l'ozone, en agissant sur le benzène, ne donnerait qu'un mélange d'acides acétique et formique avec abondant dégagement de gaz carbonique et formation d'un corps noir non explosif. Il est probable que M. Leeds a opéré sur un benzène impur; il est en effet indispensable, pour préparer l'ozobenzène, de faire usage de benzène obtenu par distillation du benzoate de calcium ou de benzène cristallisable du commerce préalablement purifié.

» J'ai depuis repris seul l'étude de ce corps. Pour le préparer, on introduit dans un tube quelques centimètres cubes du carbure pur et l'on y fait passer un courant d'ozone bien sec, en ayant soin d'opérer à une température inférieure à 10°. Au bout de peu de temps, on voit le liquide devenir opalescent et, après dix à douze heures, tout l'intérieur du tube est recouvert d'une masse translucide, d'aspect gélatineux qui, après évaporation du benzène en excès dans un courant d'air sec, devient blanche et opaque. Pendant l'opération il ne se forme ni acide, ni gaz carbonique, du moins en proportion notable.

» Si, au lieu de benzène du benzoate de calcium, on fait usage de benzène cristallisable du commerce, il se forme une masse brunâtre, gommeuse, non explosive, ainsi que des acides acétique et formique; mais si, après quelques heures, on arrête le courant d'ozone, le benzène ainsi traité, lavé à la soude et rectifié, donne alors les mêmes résultats que celui provenant du benzoate de calcium.

» Du benzène pur, additionné d'une trace de thiophène, donne avec l'ozone les mêmes résultats que le benzène du commerce; il est donc possible que ce soit ce corps qui entrave la formation de l'ozobenzène.

([1]) Travail fait au Laboratoire de l'École Normale supérieure.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 572.

([3]) *D. ch. G.*, t. XIV, p. 975.

» L'ozobenzène, bien débarrassé de l'excès de benzène par un courant d'air sec, se présente sous la forme d'une masse blanche amorphe. On peut le conserver dans une atmosphère sèche, mais la moindre trace d'humidité détermine sa décomposition. Porté brusquement à 50°, il détone; mais, chauffé lentement, il peut se décomposer sans explosion. Le plus léger frottement le fait détoner avec une extrême violence et une force brisante considérable; quelquefois le seul fait de déboucher un tube qui en renferme suffit pour déterminer son explosion; aussi, lorsqu'il est sec, ne doit-on le manier qu'avec une extrême prudence.

» Le contact de quelques corps, tels que l'acide sulfurique concentré, l'ammoniaque, la potasse concentrée le fait détoner. En présence d'eau, il se décompose lentement, en donnant naissance à des acides acétique et formique, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique; il se forme en outre une petite quantité d'un acide sirupeux qui n'a pas été examiné. Imbibé d'eau en quantité insuffisante, il peut détoner.

» Il est insoluble dans le chloroforme, l'éther de pétrole, le sulfure de carbone, l'alcool et l'éther anhydres; l'acide acétique cristallisable le dissout.

» Pour déterminer sa composition, j'en ai fait l'analyse après l'avoir décomposé par de l'eau en tenant compte de l'acide carbonique dégagé pendant sa décomposition.

» A cet effet, une certaine quantité d'ozobenzène a été préparée dans un tube, et le benzène en excès a été éliminé par un courant d'air sec. L'appareil était disposé de façon que, le produit une fois sec, on pût porter le tube directement sur la balance, sans avoir à enlever aucun bouchon. Le poids d'ozobenzène ainsi déterminé, on a introduit dans le tube un poids d'eau connu, de façon à l'immerger complètement, et l'on a laissé la décomposition s'effectuer d'elle-même jusqu'à ce que le liquide fût devenu limpide. En reportant le tube sur la balance, la perte de poids a donné la proportion d'acide carbonique dégagé qui, comme je l'ai constaté, est la même que celle obtenue en décomposant l'ozobenzène par de l'eau et dosant volumétriquement le gaz carbonique dégagé. Le tube renfermant l'ozobenzène décomposé et additionné d'eau peut alors, sans danger, être introduit dans le tube à combustion. L'analyse est conduite comme à l'ordinaire, en ayant soin de retrancher du poids d'eau obtenu le poids de l'eau ajoutée pour la décomposition, et d'additionner le poids de l'acide carbonique dégagé à celui fourni par l'analyse. En opérant dans ces conditions, j'ai obtenu des nombres conduisant assez exactement à la formule $C^6H^6O^6$, ce qui fait de l'ozobenzène un produit d'addition du benzène, dans lequel

les six atomicités supplémentaires du noyau benzénique sont saturées par six atomes d'oxygène reliés les uns aux autres deux à deux par une atomicité ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la fixation de l'iode par l'amidon de pomme de terre*. Note de M. GASTON ROUVIER.

« Après avoir étudié la fixation de l'iode par les amidons de blé et de riz (*Comptes rendus*, 2 juin 1892, p. 1366; 2 octobre 1893, p. 461, et 2 avril 1894, p. 743), j'ai étudié le même phénomène, en employant la même méthode pour l'amidon de pomme de terre.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

» 1° La teneur centésimale maximum en iode fixé, obtenue en présence d'un très grand excès de ce corps, a été trouvée égale à 18,6, moyenne d'un grand nombre d'expériences concordantes. On n'a d'ailleurs tenu compte, comme dans les recherches précédentes, que de l'iode qui, avant la fixation, était à l'état d'iode libre, et qui, après la fixation, était resté susceptible de réagir sur l'hyposulfite de soude. Avec les amidons de blé et de riz, la teneur maximum moyenne avait été de 19,6.

» 2° Si l'on détermine la quantité d'iode exactement nécessaire pour transformer en iodure tout l'amidon contenu dans une solution déterminée, la teneur centésimale en iode du produit ainsi obtenu est, en moyenne, de 13,5. Avec les amidons de blé et de riz cette teneur est toujours très voisine de 8,9.

» 3° Si l'on fait croître progressivement la quantité d'iode ajoutée à un même poids d'amidon, les autres circonstances du phénomène restant les mêmes, la teneur en iode va en croissant jusqu'à une teneur voisine de 18,6. Mais les variations, comme il était facile de le prévoir d'après les faits précédents, sont moins rapides qu'avec les amidons de blé et de riz.

» En résumé, tandis que les amidons de blé et de riz, fournis par la même famille végétale, se comportent en présence de l'iode de la même manière, l'amidon de pomme de terre, fourni par une famille très éloignée, se comporte d'une manière toute différente. Il ne sera peut-être pas sans intérêt d'étudier à ce point de vue un certain nombre d'amidons

---

([1]) J'ai été secondé dans ce travail par M. Olivier Potier, chef des travaux chimiques à l'École des Sciences de Rouen.

extraits de diverses familles convenablement choisies. C'est une étude que j'ai déjà commencée, et que je compte poursuivre incessamment. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'élimination de la magnésie chez les rachitiques.* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« J'ai eu récemment l'occasion d'étudier l'élimination de la magnésie par la voie rénale chez quelques enfants rachitiques.

» Après les essais qualitatifs, j'ai procédé au dosage de cet oxyde, en employant 200^{cc} à 400^{cc} d'urine. Les cendres étaient dissoutes dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique; après une concentration au bain-marie, la chaux était précipitée, en vue du dosage, à l'état d'oxalate, ou à l'état de sulfate en liqueur alcoolique. Finalement, la magnésie a été précipitée sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, et pesée à l'état de pyrophosphate.

» Les analyses ont été faites avec les urines des vingt-quatre heures, et les résultats que je fais connaître plus loin sont rapportés à 1^{lit}, quantité très sensiblement égale au volume émis chaque jour.

» Voici les nombres trouvés dans cinq séries d'analyses :

Échantillons.	Quantités d'urine.	Proportion de MgO par litre.
	cc	gr
1	200	0,015
2	250	0,014
3	200	0,013
4	300	0,011
5	400	0,009

» Ces nombres, quoique voisins, présentent une certaine décroissance, dont la régularité n'est peut-être pas l'effet du hasard; je reviendrai sur ce point, lorsque je publierai les nombres relatifs au dosage de la chaux émise par l'organisme des mêmes enfants rachitiques.

» Les urines des malades que j'ai pu étudier renfermaient une forte proportion de *pigments diversement colorés*, se précipitant en même temps que les sels métalliques servant aux dosages, *très adhérents à ces sels*, et présentant une *résistance inusitée* à la calcination effectuée lors de la préparation des cendres.

» On remarquera, enfin, la faible proportion de magnésie éliminée par les rachitiques examinés ([1]). »

MÉDECINE. — *Sur l'emploi du sérum des animaux immunisés contre le tétanos*. Note de M. **L. Vaillard**, présentée par M. Duclaux.

« Le tétanos traduit une intoxication d'origine microbienne. Le poison qui l'engendre est élaboré au foyer très restreint où végète le bacille spécifique, et doit être tenu jusqu'ici pour le plus actif de tous les poisons bactériens; des doses infinitésimales d'une culture stérilisée par filtration sur porcelaine sont mortelles pour les petits animaux ($\frac{1}{5000}$ de centimètre cube chez le cobaye; $\frac{1}{100000}$ de centimètre cube chez la souris); deux gouttes suffisent à tuer des chevaux vigoureux; une trace pénétrant sous la peau de l'homme dans une expérience involontaire (Nicolas) a déterminé un tétanos caractérisé.

» Ce poison trouve son antidote dans le sérum des animaux immunisés contre le tétanos; les faits qui l'établissent (Behring et Kitasato) ont servi de base à la sérothérapie. Mais, contrairement à l'opinion primitive, le sérum n'agit pas en détruisant la toxine; il la rend inoffensive suivant un mécanisme qui n'est pas élucidé. Pour grande que paraisse l'activité du poison tétanique, elle est encore bien minime si on la compare à la puissance que peut acquérir le sérum des animaux immunisés. On obtient facilement du sérum dont le pouvoir antitoxique touche au merveilleux : 1 volume de ce liquide rend inoffensifs 1000 volumes d'une toxine très active; *un quintillionième* de centimètre cube ($0^{cc},000000000000000001$) par gramme de souris suffit à préserver cet animal contre une dose de toxine sûrement mortelle.

» Malgré cette prodigieuse activité, le sérum antitétanique n'a pas la valeur curative qu'on espérait. Appliqué au traitement de la maladie déclarée soit chez l'homme, soit chez les animaux de laboratoire, il est impuissant à guérir les formes aiguës ou à marche rapide, parce que, lorsque apparaissent les premiers symptômes du mal, l'intoxication est déjà un fait accompli. Le sérum est sans action sur les troubles ressentis par les éléments nerveux que la toxine a impressionnés. Toutefois il peut être

---

([1]) Ce travail a été fait dans mon laboratoire, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

efficace dans les tétanos à marche lente, où l'intoxication se fait progressivement; son emploi, combiné avec l'ablation du foyer d'infection, augmente alors les chances de guérison.

» S'il ne guérit qu'en de rares circonstances, le sérum peut du moins empêcher l'éclosion de la maladie; à ce point de vue on ne lui a pas demandé tous les services qu'il doit rendre.

» Injecté préventivement aux animaux, le sérum les immunise avec certitude contre la toxine. Cette immunité est temporaire, comme celle que confèrent tous les sérums; elle persiste, suivant la dose employée, de 2 à 6 semaines, mais peut être prolongée par des injections successives. De même le sérum préserve les animaux infectés avec le virus vivant par des procédés conformes à ceux de l'infection naturelle. La préservation est *certaine, complète* lorsque l'infection a pour siège le tissu conjonctif sous-cutané. Elle devient moins constante si le virus est porté dans l'épaisseur d'un muscle, ce qui réalise le mode d'inoculation le plus sévère; parfois alors les animaux restent indemnes pendant 1, 2 et même 3 mois, puis deviennent tétaniques. C'est que, pour être définitive, la préservation exige la destruction du virus par les cellules phagocytaires; cette destruction est facile et prompte dans le tissu conjonctif, elle est au contraire aléatoire et malaisée dans le muscle, où les phénomènes phagocytaires sont toujours moins actifs. Mais les cas d'infection intra-musculaire sont loin d'être communs en clinique humaine ou vétérinaire.

» Le sérum offre donc un moyen précieux pour la prophylaxie d'une maladie qu'on ne sait pas sûrement guérir. Afin de prévenir le tétanos de l'homme et des animaux, il suffira, comme chez les animaux d'expérience, de leur injecter un peu de sérum après le traumatisme qui risque de lui ouvrir la porte. Il est indiqué de faire des injections préventives de sérum :

» 1° Aux sujets atteints des divers traumatismes qui, par leur siège, leur nature et les circonstances dans lesquelles ils se produisent, sont particulièrement favorables au développement du tétanos (plaies par écrasement; plaies contuses souillées de terre, de poussières du sol, de débris de fumier, de la vase des eaux; plaies avec pénétration de corps étranger provenant du sol ou ayant eu contact avec lui;

» 2° Aux opérés dont les plaies sont connues pour être souvent le point de départ du tétanos (castration, amputation de la queue, opérations sur le pied chez les animaux domestiques).

» L'emploi préventif du sérum est destiné à rendre de signalés services

dans les régions tropicales de l'Amérique et de l'Afrique, où le tétanos est si commun, à la suite des plaies les plus légères, qu'il représente, en certaines contrées, une des principales causes de mortalité chez les nègres. Il ne sera pas moins applicable partout où règne le tétanos des nouveau-nés, en quelques pays du nord de l'Europe où le trismus enlève jusqu'à 60 pour 100 des enfants naissants. La chirurgie de guerre, comme la chirurgie journalière de tous les pays, pourront demander à ce moyen inoffensif l'économie de bien des vies humaines.

» En vétérinaire, où le tétanos survient fréquemment après les traumatismes du pied, et plus encore à la suite de la castration, l'injection préventive du sérum peut éviter bien des pertes à l'agriculture et à l'élevage. Déjà, sous l'impulsion de M. Nocard, cette méthode prophylactique est entrée dans la voie de l'application; plusieurs praticiens y ont eu recours après la castration des chevaux et dans le traitement du clou de rue, et le résultat a été la suppression des cas de tétanos qu'ils avaient invariablement enregistrés les années précédentes. Les faits recueillis dès aujourd'hui sont tellement significatifs qu'il y aurait faute à laisser sans emploi la merveilleuse propriété que possède le sérum antitétanique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Relation entre le relief et la sismicité.* Note de M. DE **MONTESSUS**, présentée par M. A. Cornu.

« Que le relief influe sur la sismicité d'une région, c'est-à-dire sur la fréquence de l'intensité des tremblements de terre qui s'y produisent normalement, est une opinion aussi ancienne que justifiée. Un grand nombre de remarques intéressantes ont été faites dès longtemps dans ce sens, mais souvent contradictoires de pays à pays, parce que, s'appliquant à des régions restreintes, les études faites sur tels ou tels grands tremblements de terre ne donnaient, en définitive, que des résultats relatifs à leurs effets, suivant la nature ou la configuration des terrains au milieu desquels ils se propageaient, question toute différente. Une telle méthode ne pouvait conduire à une loi générale.

» Pour y arriver, on a appliqué à toute la surface du globe la méthode présentée, il y a quelques années à l'Académie, pour déterminer la sismicité des diverses parties de la France et représenter les résultats au moyen de nombres permettant de comparer la fréquence et l'intensité des séismes d'un pays à l'autre, en s'affranchissant de toute appréciation par

estime. On a pu étudier en détail 348 régions, plus ou moins instables, et pour lesquelles on connaît 9700 séismes et 5000 éruptions volcaniques. Les documents utilisés diffèrent énormément de valeur scientifique suivant les pays, et, pour rendre les sismicités chiffrées comparables entre elles, on a opéré comme il suit. Les observations ont été classées en trois catégories de poids croissants et dénommées *historiques, sismologiques* ou *sismographiques,* suivant qu'elles résultent de documents non scientifiques ou d'études spéciales faites sans instruments, ou avec leur aide. Profitant de ce que beaucoup de régions présentent des observations suffisamment prolongées, de deux ou même de trois espèces, on a pu en déduire une relation expérimentale entre les valeurs des sismicités d'une même région déduites de documents de ces trois espèces, puis comparer les régions au moyen de la sismicité sismologique, soit observée, soit calculée quand elle manquait. Les formules empiriques déduites de 94 observations sont, en représentant les trois valeurs de la sismicité, suivant la nature des documents employés par S_h, S_{ig}, S_{gh},

$$\log S_{ig} = \log S_h - 0,3080834 = \log S_{gh} + 0,4043049.$$

» Ces formules sont expérimentalement vérifiées par ce fait que le rapport $\frac{S_h}{S_{gh}}$ qu'on en déduit est, aux centièmes près, égal à la valeur moyenne observée.

» Ceci posé, on a comparé les régions instables les unes avec les autres, et avec le relief tant émergé qu'immergé au fond des mers voisines, le cas échéant. De cet examen est résultée une double loi très générale et qui peut s'énoncer ainsi :

» *Dans un groupe de régions sismiques adjacentes, les plus instables sont celles qui présentent les plus fortes différences de relief, c'est-à-dire les plus fortes pentes générales.*

» *Les régions instables accompagnent les grandes lignes de corrugation de l'écorce terrestre, émergées ou immergées.*

» Ces lois sont relatives en ce sens que la sismicité absolue n'est point forcément proportionnelle à la pente. Cela tient en partie à ce que l'instabilité ne peut manquer de dépendre de la nature même du terrain. Il est probable, en outre, que d'autres facteurs que le relief entrent en jeu dans la question, autrement dit que les lois précédentes expriment des conditions nécessaires, mais non suffisantes, et qu'il en est d'autres à découvrir. Quoi qu'il en soit, on peut estimer à seulement 10 pour 100 les exceptions

à la loi du relief, cette proportion étant plus grande pour les lois de détail, dont l'exposé sommaire va suivre.

» *Les pays de montagnes sont géneralement plus instables que les pays de plaines.* Mais toutes les montagnes ne sont pas instables, ni toutes les plaines stables. Dans ce dernier cas, les centres d'ébranlement ont une tendance nettement marquée à se répartir au pied des hauteurs, là où la pente varie brusquement. Il y a évidemment là une ligne de moindre résistance.

» *Le flanc court et raide d'une chaîne est le plus instable.* Cette loi ne souffre pas d'exceptions, sauf quand le flanc le plus long est en même temps le plus tourmenté, quoique présentant une pente générale plus faible.

» *Le flanc court et instable l'est surtout en ses parties les plus raides.*

» Cette loi subit assez d'exceptions comme les suivantes :

» Le versant le plus raide d'une vallée est le plus instable.

» L'angle extérieur de la rencontre de deux chaînes est moins stable que l'angle intérieur plus petit que 180°.

» Le flanc d'une chaîne principale rencontrée par un contrefort important, est plus instable à l'opposé du contrefort.

» Les massifs sont plus instables à l'extérieur qu'à l'intérieur.

» Les brusques changements de pente sont favorables à l'instabilité.

» Les parties moyennes des vallées sont plus instables que leurs parties supérieures ou inférieures.

» On conçoit que ces dernières lois souffrent plus d'exceptions parce que, passant du relief géographique aux accidents topographiques, les influences perturbatrices prennent plus d'importance.

» La loi suivante est très générale :

» *Les côtes des mers rapidement profondes, surtout si elles bordent une chaîne importante, sont instables, tandis que sont stables celles des mers à pente douce, surtout si elles continuent un pays plat ou peu accidenté.*

» On a même pu déterminer, au Chili, au Pérou, au Japon et même en plein Atlantique méridional, des régions instables dont les centres d'ébranlement se trouvent non sur terre, mais au large, au pied des fortes pentes sous-marines dont ces côtes font partie.

» Pour une région donnée, il peut y avoir contradiction apparente entre ces lois. C'est ainsi, pour n'en citer qu'un exemple, qu'à la Nouvelle-Zélande, le versant oriental le moins raide est le plus instable parce qu'il est longé de très près par la courbe des profondeurs de 2000^{m}, tandis que

l'occidental, plus stable et plus raide, borde une mer sans profondeur, etc. La loi générale du relief reste vraie.

» Toutes ces observations ne sont valables que pour les régions sismiques, mais non pour les centres d'ébranlement pris isolément.

» Enfin, quoique l'on puisse citer des régions fréquemment ébranlées par des séismes qui présentent, en même temps, des volcans très actifs, on doit reconnaître qu'*il y a indépendance entre la sismicité et la volcanicité*, que ce dernier ordre de phénomènes soit manifesté par des volcans actifs ou éteints, par des salses ou de nombreuses sources thermales. Il y a des coïncidences entre les régions instables et les éruptions, et aussi des séismes d'origine volcanique; mais l'un des phénomènes n'entraîne pas forcément l'autre. Cette dernière loi négative, quoique résultant nettement de ces recherches statistiques, demandera cependant une étude de détail plus complète.

» De tout cela on peut conclure qu'à coup sûr les tremblements de terre constituent un phénomène purement géologique, et que, très vraisemblablement, ils ont leur origine dans les causes dynamiques par l'effet desquelles s'est produit le relief terrestre actuel, ou en sont l'ultime manifestation. »

M. **Ch.-V. Zenger** transmet à l'Académie de nouveaux documents sur les perturbations atmosphériques et séismiques du mois de mai dernier et sur leurs relations avec les phénomènes solaires.

« Le 9 mai, à Trieste, de 9^h à 10^h du soir, commencèrent de violentes secousses : elles continuèrent le 10 jusqu'au 11 mai au matin; des vibrations du sol incessantes jetaient la panique dans la ville.

» De même, à Laybach, le 10 mai à 6^h du matin, une violente secousse de tremblement de terre cause de nouveaux dommages; le 11 mai, à 4^h du matin, on ressent encore une forte secousse, plus faible cependant que celle du 10.

» A Prague, le 9 mai, forte perturbation magnétique : 12',2; le 10 mai, de 7^h à 2^h : 19',7; il y a donc simultanéité des secousses de tremblement de terre et des perturbations de l'aiguille aimantée. Or, si les tremblements de terre et les éruptions volcaniques sont dus à l'action électrodynamique du soleil, les courants terrestres et les perturbations de l'aiguille aimantée doivent aussi se produire en même temps par l'induction solaire.

» Visibilité d'une grande tache changeant rapidement de forme et dont le noyau s'est divisé en deux parties inégales; le 10, un groupe de nombreuses petites taches (15) paraît attiré par la grande tache; celle-ci, dans la nuit du 9 au 10, passe par le méridien central. Orage à Prague et en d'autres localités de la Bohême. Le 10 mai, dans les carrières de Postlevoitz, des rochers se sont subitement fendus et deux hommes qui y travaillaient ont été projetés dans les crevasses ainsi formées. »

M. **Goguet** adresse une Note « Sur un appareil de Photométrie ».

M. E. **Maumené** adresse une Note « Sur les sulfures d'arsenic ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mai 1895.

Recherches sur les origines de l'enseignement de l'Anatomie humaine et de l'Anthropologie au Jardin des Plantes, par M. E.-T. Hamy, Membre de l'Institut, professeur d'Anthropologie au Muséum. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum*); in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

La pluie en Belgique, par M. A. Lancaster. Premier fascicule (avec une Planche et une Carte). Bruxelles, F. Hayez, 1894; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Flore de France, ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par MM. G. Rouy et J. Foucaud. G. Rouy et J. Foucaud, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Effets du sulfure de carbone sur les sols épuisés ou fatigués par la culture, par M. Ch. Obertin. (Extrait du *Journal d'Agriculture pratique.*) Paris, 1895; 1 vol. in-18.

Recherches des axes optiques dans un minéral pouvant être considéré comme un mélange de deux minéraux déterminés, par M. A. Michel Lévy. Paris, Chaix, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. N° 2, contenant les Comptes rendus des séances de février 1895. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 20. Séances du 21 mai 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime et coloniale, couronnée par l'Académie des Sciences. Avril 1895. Paris, Baudoin; 1 vol. in-8°.

Annalen der physikalischen Central-Observatoriums, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1893. Theil I-II. Saint-Pétersbourg, 1894; 2 vol. in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, herausgegeben von Director H.-C. Vogel. Potsdam, 1895; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 4 JUIN 1895,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Neumann*, Correspondant de la Section de Géométrie, décédé à Kœnigsberg le 23 mai dernier.

Notice sur les travaux de M. Neumann, par M. **J. Bertrand**.

« Franz Neumann, professeur de Physique et de Minéralogie à l'Université de Königsberg, avait débuté dans la Science, il y a plus de soixante-dix ans déjà, par de beaux travaux de Minéralogie. Il ne tarda pas à tourner ses études vers la Physique, et, par un beau Mémoire *Sur la théorie des ondulations*, présenté à l'Académie de Berlin en 1835, il a pris rang parmi les maîtres de la Science. Neumann fut conduit, comme Cauchy, mais par des voies très différentes, à considérer les vibrations lumineuses comme s'ef-

fectuant dans le plan de polarisation auquel Fresnel les croyait perpendiculaires; il a su suivre dans les plus minutieux détails, toujours d'accord avec l'observation, les conséquences mathématiques de son hypothèse. Mais la théorie de Fresnel n'est elle-même contredite par aucune expérience, le doute subsiste donc, et les discussions sans cesse renouvelées resteront, quelles qu'en soient les conclusions, un glorieux hommage au savant et profond physicien qui les a fait naître.

» Le Mémoire de Neumann sur l'induction a montré de nouveau la grande habileté mathématique de son auteur. Neumann y traduit, par des formules générales, les découvertes de Faraday et les règles de Lenz; c'est à lui que l'on doit l'expression du potentiel d'un système de deux courants fermés, dont l'existence même, indépendamment de la forme très élégante qu'il a su lui donner, a joué dans la Science un si grand rôle.

» Franz Neumann a été un grand professeur; à l'âge de quatre-vingt-dix ans, sa parole attirait encore de nombreux auditeurs; ses leçons, recueillies et rédigées par de savants élèves, ont été étudiées dans toutes les Universités de l'Europe. L'étude de la Physique était son but; mais, quand il rencontrait un beau problème de Mathématiques, Neumann excellait à y intéresser les auditeurs en les initiant, par occasion, aux plus hautes théories de l'Analyse. C'est avec justice que, en 1863, la Section de Géométrie, réparant un trop long oubli, avait désigné ce physicien illustre aux suffrages de l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Volume des sels dans leurs dissolutions aqueuses.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Il est parfois avantageux de mesurer les changements de volume en opérant la dissolution dans un dilatomètre, ou appareil plein de liquide et muni d'une tige graduée sur laquelle on lit les valeurs absolues des changements. Les erreurs dues à l'inexactitude des densités adoptées pour les sels (¹) sont ainsi plus faibles (²) que par la méthode du flacon à densités,

---

(1) On sait qu'il est difficile de prendre exactement la densité des sels hydratés : on a à craindre la déliquescence ou l'efflorescence. J'ai employé chaque sel dans un état constant de siccité.

(2) Le rapport de ces erreurs devient même infini pour un changement de volume nul.

méthode dans laquelle on compare la somme des volumes de l'eau et du solide au volume de la solution déduit de la densité de celle-ci. Avec le dilatomètre, le résultat conserve son signe véritable; ce qui n'a pas toujours lieu avec le flacon.

» En comparant deux observations faites respectivement par les deux méthodes et avec les mêmes proportions de sel et d'eau, on peut calculer la densité vraie du solide. Soient

V = volume du solide, d'après la densité provisoire;
w = volume vrai (inconnu) du solide, correspondant à la densité exacte cherchée;
p = tant pour cent (inconnu) réel du changement de volume, relativement au volume vrai du solide. L'eau est supposée conserver son volume constant;
M = tant pour cent du changement de volume, donné par l'expérience en partant de la densité provisoire et par la méthode du flacon à densités;
N = tant pour cent du changement de volume, trouvé avec la densité provisoire et par le dilatomètre.

» On prend M et N avec le signe + quand il y a dilatation et avec le signe − lors d'une contraction.

» Avec la méthode du flacon, on a :

$$w + \frac{wp}{100} = \text{volume du corps dissous déduit de la densité de la solution,}$$

$$w + \frac{wp}{100} - V = \text{changement de volume rapporté à la densité provisoire;}$$

d'où

$$V : w + \frac{wp}{100} - V :: 100 : M$$

et

$$w = \frac{100V + MV}{100 + p}.$$

» Avec le dilatomètre, on a

$$\frac{wp}{100} = \text{changement de volume absolu mesuré,}$$

d'où

$$V : \frac{wp}{100} :: 100 : N$$

et

$$p = \frac{100N}{100 + M - N}.$$

» Les densités indiquées par les auteurs pour l'hyposulfite de soude à 5Aq, varient de 1,672 à 1,734. Moyenne provisoirement adoptée :

$$1{,}70354 \text{ à } 15^\circ{,}1 \text{ (}^1\text{)}.$$

» Les valeurs de M et de N, déduites d'observations faites avec $\frac{10}{100}$ de sel en poids dans la solution, ont conduit, d'après les formules précédentes, à $D = 1,751$; deux autres valeurs obtenues avec $\frac{100}{100}$ de sel, c'est-à-dire en fondant celui-ci sans eau, ont donné $D = 1,753$. La densité du même sel, prise directement dans le pétrole par la méthode ordinaire du flacon, a été trouvée $D = 1,753$.

» Pour l'acétate de soude à 3Aq, on avait admis $D = 1,42$, M et N, mesurés avec des solutions contenant $\frac{9}{100}$ de leur poids de sel, ont conduit à $D = 1,448$ ([2]). La densité, directement mesurée dans le pétrole, fut trouvée $D = 1,449$.

» Ainsi, les deux méthodes se contrôlent mutuellement.

» Comme dilatomètre, j'ai employé un ballon à fond plat de 75cc à 125cc environ et à col assez gros. Un tube de hauteur convenable et fermé, à son bout inférieur, par une surface plate, reçoit le sel pulvérisé qu'on recouvre de pétrole ([3]) récemment bouilli; on chasse l'air interposé en malaxant avec soin. L'eau, récemment bouillie, est mise dans le ballon. On place alors verticalement le tube à sel et l'on remplit le ballon de pétrole bouilli; enfin, on le ferme au moyen d'un bon bouchon traversé par un tube gradué de faible section. On maintient à température constante et l'on note l'affleurement du pétrole dans le tube gradué. Le tube à sel est ensuite renversé : on agite pour dissoudre et on note le second affleurement à la même température.

» Les traces d'air, qui restent adhérentes au sel en poudre, sont assez vite absorbées par l'eau et le pétrole bouillis. Quant à l'air inclus dans les cristaux, on s'en débarrasse à peu près complètement par une bonne pulvérisation. On peut souvent d'ailleurs faire cristalliser les sels dans une liqueur en grande partie privée d'air. »

([1]) Les densités sont rapportées à l'eau à 4°.

([2]) Dans cette expérience, on avait $M = -1,7324$ et $N = +0,2013$. Les valeurs correspondant à la densité 1,448 sont telles que $p = +0,2064$. L'erreur commise en adoptant $D = 1,42$ était donc, avec le dilatomètre, $-0,0051$ pour 100 du volume du sel solide. Avec le flacon, l'erreur était $-1,9385$ pour 100.

([3]) Pétrole de densité 0,82 environ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides méthéniques et méthiniques. Contribution à l'étude des éthers acétylcyanacétiques de la formule générale* $C^nH^{2n+1}-CO.CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2R\end{matrix}$ *ou* $C^nH^{2n+1}-CH=COH.CH\begin{matrix}\diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5\end{matrix}$; par M. A. HALLER.

« La notion de l'influence acidifiante des radicaux dits *négatifs*, sur l'hydrogène des groupements CH^2, CH, AzH, COH, CHOH, est généralement adoptée aujourd'hui. Le degré d'acidité des molécules ainsi constituées varie naturellement avec le nombre et la nature des radicaux négatifs unis aux groupements envisagés. Dans un travail antérieur (1), nous avons signalé un certain nombre de ces radicaux et avons en même temps essayé d'esquisser l'ordre dans lequel on pourrait les ranger, eu égard à leur influence négative. La place qu'il convient d'assigner à chacun d'eux ne pourra toutefois être fixée définitivement qu'après une étude systématique des chaleurs de neutralisation et des conductibilités électriques d'un grand nombre de molécules, dont la fonction acide est régie par la présence de ces radicaux.

» Des mesures de cet ordre ont déjà été effectuées sur l'acétylacétone et les éthers acétylcyanacétiques (2); d'autres, et en particulier des mesures de conductibilité électrique, sont en voie d'exécution sur les principaux représentants de cette classe de corps (3).

» Pour un certain nombre de ces molécules la fonction acide est bien caractérisée, et, comme énergie, elle se rapproche de celle des acides carboxyliques, mais même de celle de certains acides minéraux.

» Pour les distinguer des autres acides organiques, il conviendrait de leur donner un nom générique, rappelant dans une certaine mesure leur constitution, comme le terme d'*acides carboxyliques* rappelle les molécules qui renferment le groupement COOH.

» Aux composés $CH^2\begin{matrix}\diagup \overline{R} \\ \diagdown \overline{R'}\end{matrix}$, nous proposerons donc de donner le nom d'*acides méthéniques* et aux corps répondant au schéma $CH\begin{matrix}\diagup \overline{R} \\ - \overline{R'} \\ \diagdown \overline{R''}\end{matrix}$ le nom d'*acides méthiniques*.

(1) HALLER, *Annales de Chimie et de Physique*, [6], t. XVI.

(2) A. COMBES, *Bull. Soc. chim. Paris* [2], t. XLIX, p. 910; HALLER et GUNTZ, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1473.

(3) *Voir*, p. 1220, la Note de M. Guinchant.

» On pourrait de même donner aux composés qui renferment un groupement $<\genfrac{}{}{0pt}{}{\overline{R}}{\overline{R}}>$AzH manifestement acide le nom d'acides *imidiques*.

» Nous devons cependant faire remarquer que cette appellation d'acides *méthénique* et *méthinique* n'est basée que sur la constitution déduite du mode de formation d'une catégorie de ces corps. On sait, en effet, que dans beaucoup de ces molécules (appelées *tautomères*) on admet une certaine mobilité, une faculté de migration de l'hydrogène, qui modifie totalement, non la fonction principale, mais la constitution qu'on est en droit d'édifier en s'appuyant sur la synthèse. Les arguments invoqués sont, dans certains cas, d'ordre chimique et physique et, dans d'autres, d'ordre physique seulement. Parmi ces derniers, le pouvoir rotatoire magnétique (W.-H. Perkin) et le pouvoir réfringent moléculaire (Gladstone, Landolt, Brühl) jouent un grand rôle.

» Ainsi les données réfractométriques et le pouvoir rotatoire magnétique de l'éther acétoacétique, de l'éther acétonedicarbonique conduisent M. Brühl et M. Perkin à considérer ces molécules, à l'état libre, comme des cétones-éthers

$$CH^3.CO.CH^2.CO^2R, \qquad RCO^2.CH^2.CO.CH^2.CO^2R,$$

tandis que les éthers diacétylacétiques, acétomaloniques, l'acétylacétone sont envisagés comme des molécules non saturées, dans lesquelles la fonction cétonique, qu'elles montrent vis-à-vis de certains agents, est transformée en fonction *énolique*, suivant l'expression de M. Brühl :

	Formules	
	cétoniques.	énoliques.
Éther diacétylacétique.	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^3-CO}{CH^3-CO}>CH.CO^2C^2H^5$	$\genfrac{}{}{0pt}{}{CH^2=COH}{CH^2=COH}>CH.CO^2C^2H^5$
Éther acétylmalonique.	$CH^3-CO.CH<\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2C^2H^5}{CO^2C^2H^5}$	$CH^2=COH.CH<\genfrac{}{}{0pt}{}{CO^2C^2H^5}{CO^2C^2H^5}$
Acétylacétone	$CH^3-CO-CH^2.CO.CH^3$	$CH^3-COH=C=COH.CH^3$

» Cette conception, relative à la constitution de ces corps à l'*état statique*, n'exclut pas, bien entendu, la possibilité, pour ces molécules, de se comporter vis-à-vis de certains agents, tantôt comme des cétones, tantôt comme des composés *énoliques*.

» Remarquons, toutefois, que l'introduction de nouveaux radicaux négatifs dans les groupements CH^2, CH, favorise, suivant M. L. Claisen, la tendance à la transformation *énolique*, tandis que la substitution de radicaux positifs produit l'inverse ([1]).

([1]) *Voir* à ce sujet les Travaux de MM. Claisen, de Pechmann, Perkin, Brühl, etc.

» Des recherches publiées en commun avec M. Held [1] sur les dérivés de l'éther γ-cyanacéto-acétique et celles qui vont suivre confirment les vues émises par M. L. Claisen. Nous avons montré [2] que lorsqu'on traite l'éther cyanacétique sodé par des chlorures acides, on obtient des éthers acylcyanacétiques auxquels nous avons attribué la formule générale

$$R.CO.CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}.$$

» Dans le but d'obtenir des pyrazolones cyanées, nous avons traité ces composés par de la phénylhydrazine et avons constaté que, suivant la température à laquelle nous opérions, on obtient une combinaison de ces éthers avec 2 molécules de la base ou bien des acylphénylhydrazines.

» L'interprétation de la première de ces réactions ne peut se faire qu'en admettant, pour les éthers acylcyanacétiques, la constitution suivante, qui présente quelque analogie avec celle que M. Brühl attribue à l'éther acétomalonique,

$$R.CH = COH - \overset{\diagup CAz}{CH} - CO^2R' \qquad CH^2 = COH.CH\begin{cases}CO^2C^2Az\\CO^2C^2Az\end{cases}.$$

Ces molécules sont acides par les groupements

$$-CH\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases} \quad \text{et} \quad -CH\begin{cases}CO^2R\\CO^2R'\end{cases},$$

et aussi par le groupement *énolique*, de sorte qu'on peut représenter leur combinaison avec la phénylhydrazine par la formule générale

$$\begin{array}{c} H^3Az^2.H.C^6H^5 \\ \diagdown \\ R.CH = \underset{\substack{H^2\\Az^2HC^6H^5}}{COH} - C - CAz \\ \diagdown CO^2R \end{array}.$$

L'analyse de toute la série de corps obtenus donne, en effet, des nombres qui conduisent à cette formule.

» La deuxième réaction s'opère très nettement quand on chauffe le mélange des éthers acylcyanacétiques avec la phénylhydrazine et peut se représenter par l'équation

$$C^6H^5.AzHAzH^2 + R.CH = COH - \overset{\diagup CAz}{CH} - CO^2R^1$$
$$= C^6H^5.AzHAzHCO.CH^2R + CH^2\begin{cases}CAz\\CO^2R\end{cases}.$$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII; 1891.

[2] *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1083.

Nous n'avons pas isolé l'éther cyanacétique qui doit se former et nous nous sommes bornés à caractériser et analyser les acylphénylhydrazines. Ce dédoublement des éthers acylcyanacétiques sous l'influence de la phénylhydrazine montre une fois de plus que l'accumulation dans le méthane de radicaux négatifs rend ces molécules de plus en plus instables.

» *Préparation des combinaisons :*

$$\begin{matrix} & \mathrm{CAz} \quad \mathrm{H^3AzAzHC^6H^5} \\ & \diagdown\;\diagup \\ \mathrm{R.CH = COH.} & \mathrm{C - CO^2R} \\ & \mathrm{H^2AzAzHC^6H^5} \end{matrix}$$

. — Ces corps ont été obtenus en traitant, en solution éthérée, une molécule d'éther acylcyanacétique par deux molécules de phénylhydrazine. La combinaison s'effectue avec dégagement de chaleur, au point qu'avec les premiers termes de la série, l'éther entre en ébullition. Par refroidissement le composé se dépose sous forme cristalline.

» Ces corps ne sont pas très stables ; à la lumière ils ne tardent pas à jaunir. Si l'on essaye, d'autre part, de les dissoudre à chaud dans les solvants usuels, ils se décomposent, deviennent visqueux en dégageant une odeur de phénylhydrazine. Après une série de cristallisations, on n'obtient finalement plus que l'acylphénylhydrazine correspondante et un produit visqueux et brun. Dans le cours des manipulations les molécules se scindent, suivant l'équation que nous avons donnée plus haut.

» La combinaison de l'*acétocyanacétate de méthyle* avec la phénylhydrazine, $C^{18}H^{23}Az^5O^3$, se présente sous la forme de grains cristallins et blancs, solubles dans l'éther, d'où ils se déposent en paillettes réunies en houppes fusibles à 87°.

» L'*acétocyanacétate d'éthyle* donne avec la phénylhydrazine, au sein de l'éther, des paillettes blanches du composé $C^{19}H^{25}Az^5O^3$ qui fond à 86°. Ces deux corps, chauffés pendant quelque temps à 100-110° ou au sein du toluène bouillant, donnent naissance à de l'acétylphénylhydrazine fondant à 127-128° et identique avec celle qu'on obtient en traitant de la phénylhydrazine par de l'anhydride acétique.

» Le *propionylcyanacétate d'éthyle* se combine à la phénylhydrazine pour fournir le composé $C^{20}H^{27}Az^5O^3$, soluble dans la benzine, le chloroforme, l'alcool, l'éther, d'où il cristallise en paillettes réunies en houppes et fondant à 87°. Chauffé, ce corps se dédouble en propionylphénylhydrazine, fondant à 157°, comme celle obtenue synthétiquement.

» Le *butyrylcyanacétate d'éthyle* normal, en solution dans l'éther, mis en contact avec deux molécules de phénylhydrazine, donne un liquide visqueux, qui ne tarde pas à se prendre en masse. Le produit, lavé à l'éther anhydre, est soluble dans la plupart des dissolvants, cristallise en paillettes

réunies en agrégats et fond à 85°. Chauffé, il donne naissance à de la *butyrylphénylhydrazine*, qui cristallise dans l'éther bouillant en aiguilles plates légères, fondant à 104°. Ce corps est soluble dans l'eau bouillante et dans la plupart des solvants usuels.

» L'*isobutyrylcyanacétate d'éthyle* et la phénylhydrazine fournissent, dans les mêmes conditions, des cristaux grenus du corps $C^{21}H^{29}Az^5O^3$, qui cristallise au sein du chloroforme en fines aiguilles à reflets nacrés, fondant à 67°. Chauffe-t-on, au contraire, le mélange à 100°-110°, on obtient de l'isobutyrylphénylhydrazine, qui cristallise au sein de l'éther en paillettes blanches fondant à 143°.

» L'*isovalérylcyanacétate de méthyle* et l'*isovalérylcyanacétate d'éthyle*, préparés tous deux par M. Klobb, donnent, avec la phénylhydrazine : le premier, un composé $C^{21}H^{29}Az^5O^3$ fondant à 76°,5 ; le second, un produit $C^{22}H^{31}Az^5O^3$ fondant à 65°.

» Si l'on chauffe ces dérivés, ou le mélange primitif qui leur a donné naissance, on obtient la même isovalérylphénylhydrazine fondant à 112° et cristallisant en belles tables rhombiques et transparentes.

» Nous nous proposons de continuer l'étude de ces éthers acylcyanacétiques et de nous rendre compte si les données réfractométriques et les pouvoirs rotatoires magnétiques corroborent les idées émises, plus haut, au sujet de la constitution de ces composés. »

GÉOGRAPHIE. — *Exploration suédoise projetée dans la Terre-de-Feu.* Note de M. **Daubrée.**

M. **Daubrée**, en signalant la présence de M. le Dr Otto Nordenskiöld, neveu de l'illustre Associé de l'Académie, informe de l'intéressant voyage qui se prépare en Suède, pour l'exploration de la Terre-de-Feu.

« Le Gouvernement suédois a obtenu du Gouvernement argentin le passage sur un navire de l'État de trois personnes, à la disposition desquelles il sera mis ensuite des hommes pour les assister dans un voyage à l'intérieur de la plus grande île magellanique, encore très peu connue. Les trois explorateurs sont : M. Nordenskiöld, professeur agrégé à l'Université d'Upsal (Minéralogie, Géologie et Géographie); M. Dusen (Botanique), qui a déjà fait des recherches dans l'Afrique centrale; M. Ohlin, docteur ès Sciences à Lund. Ces jeunes savants arriveront à Buenos-Aires au mois de septembre prochain et en partiront pour la Terre-de-Feu en

novembre, c'est-à-dire au commencement de l'été *antarctique*. Ils y resteront aussi longtemps que possible et espèrent faire ensuite des recherches dans les Andes, ainsi que dans l'Argentine du nord et de la région moyenne. Leur but est, en Géologie, d'examiner les terrains quaternaires, en comparaison avec les terrains de la même époque, du nord de l'Europe; d'étudier particulièrement la partie inconnue de la Terre-de-Feu, qui n'a pas été visitée par l'expédition française en 1882-83; de former des collections qu'ils compareront avec celles de la Suède, et en général, de faire des recherches comparatives entre le continent austral et le continent boréal.

» Le grand explorateur des régions arctiques, toujours désireux de conquêtes nouvelles, Nordenskiöld, termine ainsi sa lettre : « Ce sera, je » l'espère, le commencement d'une série de voyages suédois et d'explo- » rations antarctiques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences physiques (Prix du Budget) pour l'année 1897. — MM. Daubrée, Milne-Edwards, Blanchard, Berthelot, Van Tieghem, réunissent la majorité des suffrages.

Commission chargée de présenter une question de Prix Fourneyron pour l'année 1898. — MM. Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Resal réunissent la majorité des suffrages.

Commission chargée de présenter une question de Prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1897. — MM. Daubrée, Milne-Edwards, Berthelot, Blanchard, Van Tieghem réunissent la majorité des suffrages.

Commission chargée de présenter une question de Prix Vaillant pour l'année 1898. — MM. Bertrand, Berthelot, Daubrée, Faye, Fizeau réunissent la majorité des suffrages.

Commission chargée de présenter une question de Prix Gay pour l'année 1897. — MM. Bornet, Van Tieghem, Chatin, Grandidier, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur le projet d'expédition en ballon aux régions polaires, de* M. J.-A. Andrée.

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée, Blanchard; Faye, rapporteur.)

« Tout le monde sait qu'il y a bien peu d'espoir de parvenir directement au pôle, malgré les nombreuses tentatives qu'on a faites depuis deux siècles. On croit qu'il y a là une mer libre de glaces, du moins c'est ce que le géomètre Plana s'est efforcé de démontrer mathématiquement dans les *Mémoires de l'Académie de Turin*, et c'est ce qu'un de nos éminents confrères de l'Académie, M. Blanchard, a déduit de la migration régulière de certains palmipèdes, qui ne sauraient vivre pendant toute une saison sur une mer éternellement congelée. D'ailleurs les pôles de froid sont loin de coïncider avec le pôle de la rotation terrestre; l'un se trouve dans les terres de la Sibérie, l'autre dans les îles qui découpent ce qui reste du continent américain.

» Mais la région à explorer est enfermée dans d'infranchissables barrières de glace et, au train dont vont les explorations, il faudrait des siècles pour vaincre les difficultés qui s'opposent à une expédition terrestre.

» Il était naturel de chercher à résoudre la question par un voyage en ballon. C'est à quoi s'est résolu un hardi navigateur des airs, M. Andrée. Il a pensé qu'aujourd'hui les perfectionnements apportés, en France surtout, à la navigation aérienne lui permettraient de tenir les airs assez longtemps pour explorer le pôle et pour revenir sur la terre ferme, dans quelqu'une des contrées plus ou moins habitées qui l'entourent à distance.

» Le premier point est d'examiner les données du problème, c'est-à-dire les circonstances climatologiques des contrées polaires. De Stockholm on peut se rendre, par les navires ordinaires, à la pointe N.-E. du Spitzberg et l'on n'est plus qu'à 10° du pôle, c'est-à-dire à 1200 kilomètres à peu près. Là, l'expédition météorologique suédoise au Spitzberg, en 1882-1883, a fait des observations décisives qui peuvent être comparées à celles des Américains au fort Conger (baie de Lady Franklin), à peu près à la même distance du pôle, mais beaucoup plus près d'un des pôles du froid. Voici ces données pour le mois de juillet :

	Spitzberg.	Fort Conger.
Temp. moyenne	4°,4	2°,8
» maximum	11°,6	11°,3
» minimum.........	0°,8	— 1°,5
Pluie ou neige...........	6kg,8 par mètre carré	16kg,8
Vitesse du vent..........	3m,8 par seconde	4m,9
Maximum..............	16m,8	15m,8
Direction SE-S-SW......	340 par 1000 obs.	771

» Si l'on considère que la station du fort Conger est voisine du minimum américain, on voit que la ligne droite du Spitzberg au pôle et au détroit de Behring doit approximativement jouir, pendant la durée du mois de juillet, où la nuit ne vient jamais refroidir l'atmosphère, d'une température moyenne de 4° qui ne s'abaisse guère à la glace fondante et qui doit singulièrement favoriser un voyage en ballon, car les variations journalières ne dépassent pas l'amplitude de 1° à 11°.

» Notons aussi l'absence complète des orages et même celle des tempêtes, car la vitesse maximum du vent ne dépasse pas 16m,8, et la chute de la neige ou de la pluie n'est que de 6kg,9 par mètre carré.

» Si le vent était fort comme celui qui a porté en Norvège l'aéronaute parti de Paris en 1870, pendant le siège, en naviguant dans les régions élevées de l'atmosphère, on arriverait au pôle en cinq ou six heures. Mais pour une exploration complète il vaut mieux rester dans les basses couches de l'air où l'on jouirait des moyennes que nous venons de donner, et ne faire le voyage qu'en moins de deux jours (quarante-trois heures). Rester en effet dans les basses régions, à 250m environ, un peu au-dessous des nuages et un peu au-dessus des brouillards, ce serait l'essentiel. On y parviendra en ralentissant la marche du ballon, et, pour cela, on se servira de guide-rope d'un grand poids, armés de fils de coco imprégnés, afin de laisser à l'appareil toute sa flexibilité et de fonctionner indifféremment sur terre ou sur mer (1).

» Ainsi, il ne faut pas limiter seulement à quelques jours la durée d'un voyage en ballon, mais à un mois. Pour tenir compte des éventualités du retour, il faut des provisions pour quatre mois. Il faudra un aéronaute pour le diriger, un astronome pour faire le point, un physicien pour la

---

(1) Vitesse à la surface, 3m,8; à 300m d'altitude, 9m,8; avec guide-rope,

$$9^{m},8 - 2^{m},6 = 7^{m} \quad \text{ou} \quad 7^{m},5,$$

soit 27km par seconde.

partie météorologique et photographique ; mais si l'on prend terre sur quelque lieu éloigné des habitations, il faut des armes, des munitions, des provisions, des moyens de transport. Tout cela a été parfaitement prévu. Voici comment M. Andrée formule ses conditions :

» 1° Le ballon aura la force ascensionnelle nécessaire pour porter trois personnes, tous les instruments requis, des vivres pour quatre mois, des armes, un bateau pouvant se transformer en traîneau, et le lest, le tout évalué à environ 3000^{kg} ;

» 2° Le ballon offrira une imperméabilité qui lui permette de rester trente jours dans l'air ;

» 3° Il sera dirigeable dans une certaine mesure.

» Un ballon à hydrogène pur, de 22^{m} à 23^{m} de diamètre, a une force ascensionnelle de 3000^{kg}. Lorsque M. Andrée demanda à M. Gabriel Yon de lui construire un ballon dans ces conditions, M. Yon, qui est peut-être le constructeur le plus expérimenté et l'aéronaute le plus habile de son temps, lui a répondu simplement que le ballon lui coûterait $55\,000^{fr}$.

» Le remplissage est assuré parce qu'il s'opérera sous un hangar provisoire, apporté par le vaisseau qui ira au Spitzberg. Il se fera par le procédé adopté par les officiers français, qui ont poussé si haut l'art de l'aérostation, avec une vitesse de fabrication de l'hydrogène de 150^{mc} à 200^{mc} par heure.

» Pour qu'il se maintienne un mois sans perte notable de gaz, il sera construit en double enveloppe de soie, comme le conseillent M. Yon et M. de Fonvielle. D'après les expériences décisives de M. Poiseuille et de M. Graham, sa perte ne dépassera pas 50^{kg} de gaz en trente jours.

» Reste la troisième condition, celle de rendre le ballon dirigeable dans une certaine mesure. Actuellement, il n'y a qu'un moyen pour cela, c'est de faire du ballon une sorte de navire et de lui créer un point d'appui dans la mer ou sur le sol. Or cela est possible ; il n'y a qu'à donner au ballon un appendice lourd à traîner, précisément le guide-rope dont nous avons parlé. Alors le ballon ne suit pas le vent ; il reste en arrière et si on lui met une voile qu'on puisse orienter à volonté, la voile le fera dévier du lit du vent. La déviation ne sera pas forte, mais ne fût-elle que d'une trentaine de degrés, on pourra disposer jusqu'à un certain point du lieu d'arrivée. L'expérience a prononcé sur la possibilité d'obtenir ainsi une déviation. Elle a été faite en juillet 1893, à Gothenbourg, par l'auteur aux frais de M. Douglas Kennedy, et la déviation a été de 27°, quelquefois même de 40°.

» Ainsi, en mettant à profit, comme on vient de le voir, les perfectionnements que l'aéronautique a reçus dans ces derniers temps et les progrès qui sont dus à M. Andrée lui-même, il est permis de croire qu'une première partie du problème est résolue et que M. Andrée parviendra tôt ou tard au pôle dans les circonstances éminemment favorables qu'il a su choisir. Alors nombre de problèmes intéressants qui se posent en vain aujourd'hui sur cette partie si mystérieuse du globe recevraient une solution. Mais, il faut bien l'avouer, reste la difficulté du retour. Dans l'ignorance où nous sommes sur les vents qui règnent autour du pôle, il n'y a guère qu'un parti à prendre; c'est d'atteindre une côte quelconque que l'on trouve tout autour du pôle, sauf dans les percées du Spitzberg et du détroit de Behring, et d'y descendre avec les provisions que l'auteur prescrit pour quatre mois. Au besoin, on s'élèvera dans l'atmosphère que l'on aura explorée d'avance avec des ballonnets perdus pour y trouver des courants favorables, et l'on aura la chance d'atterrir en peu de temps dans des contrées plus ou moins fréquentées par des peuplades ou des chasseurs. Autrement, il faudra transformer la nacelle en traîneau et risquer, par exemple, le long voyage que notre illustre Associé étranger, M. Nordenskiöld, a exécuté sur l'*Islandseis* dans le Groenland.

» Mais quand on songe aux difficultés de tout genre qu'on y rencontrera, on se prend à craindre pour le sort de ces intrépides qui s'aventureront dans la seconde partie de cette expédition, et l'on se demande si l'avantage de connaître ce qui se passe dans ces déserts, ou dans une mer entourée de glaces infranchissables, vaut que l'on risque la vie d'hommes généreux qui pourraient rendre tant de services à la Science en poursuivant de moins périlleux problèmes.

» Mais quelles que soient nos appréhensions, les études sont faites, les fonds sont réunis, grâce à la générosité des citoyens et à l'appui du roi, le ballon sera construit prêt à partir du Spitzberg en juillet de l'année prochaine, toutes les précautions que suggère la Science seront mises à contribution, et les hommes courageux qui ont entrepris d'aller au pôle n'hésiteront pas. Nous ne pouvons que les accompagner de nos vœux, et admirer leur dévouement, tout en priant Dieu d'écarter d'eux les périls que nous ne saurions nous empêcher de redouter. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Lucas soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les forces centrifuge et centripète et sur une nouvelle valeur de la gravité *g* ».

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Bassot.)

M. Bonnal soumet au jugement de l'Académie « un pèse-vin, dosant simultanément l'alcool et l'extrait dans les vins ».

(Commissaires : MM. Schützenberger, Gautier.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* BX (Charlois), *faites à l'équatorial coudé de l'observatoire d'Alger;* par MM. Rambaud et Sy, présentées par M. Tisserand.

Dates 1895.	Étoiles de comparaison.	Planète — Étoile. Æ.	Planète — Étoile. Ꝺ.	Nombre de compar.	Obs.
		m s	′ ″		
Mai 21	Weisse suppᵗ 12407	+0.16,46	+1.34,8	12:10	R
21	»	+0.16,23	+1.34,3	12:10	S
27	Washington, zones: n° 52, Z 255	+1.30,15	+7.47,6	12:16	S
27	»	+1.29,34	+7.50,7	12:16	R
28	A. O., n° 15116	−0. 5,46	−6.56,4	12:10	R
28	»	−0. 6,09	−6.54,1	12:10	S
29	»	−0.57,43	−1.21,7	12:8	S
29	»	−0.58,18	−1.14,6	11:8	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1895.	Ascens. droite moyenne 1895,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1895,0.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
Mai 21	16. 0.37,90	+2,86	−21.38. 9,8	−15,9
27	15.54.11,40	+2,91	−21.11.33,8	−16,6
28	15.54.56,90	+2,91	−20.51.27,3	−16,3
29	15.54.56,90	+2,92	−20.51.27,3	−16,3

Positions apparentes de la planète.

Dates 1895.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 21......	11.48.33	16. 0.57,22	$\bar{2},522_n$	−21.36.50,9	0,876
21.....	12. 0.13	16. 0.56,99	$\bar{3},863_n$	−21.36. 5,4	0,876
27......	10.32.29	15.55.44,46	$\bar{1},134_n$	−21. 4. 2,8	0,868
27......	10.50.39	15.55.43,65	$\bar{2},987_n$	−21. 3.59,7	0,871
28......	9.48. 8	15.54.54,35	$\bar{1},339_n$	−20.58.40,0	0,858
28......	10. 3.16	15.54.53,72	$\bar{1},273_n$	−20.58.37,7	0,862
29......	10. 9.51	15.54. 2,39	$\bar{1},214_n$	−20.53. 5,3	0,864
29......	10.28. 3	15.54. 1,64	$\bar{1},097_n$	−20.52.58,2	0,868

GÉOMÉTRIE. — *Sur le mouvement d'une figure plane dans son plan.* Note de M. A. **Pellet**.

« 1. De même que les normales aux enveloppes d'une figure mobile passent par le centre instantané de rotation I, les normales aux développées de ces enveloppes passent par un point I_1, et les normales aux développées $n^{\text{ièmes}}$ par un point I_n qu'on peut appeler deuxième, ..., $n^{\text{ième}}$ centres instantanés de rotation. Le centre instantané de rotation I se trouve toujours au point de contact de la roulette avec la base; lorsque la roulette est une droite, I_1 est au centre de courbure de la base, $I_2, \ldots, I_n$ aux centres de courbure de ses développées successives.

» Pour une position infiniment voisine de la figure mobile, on a, $d\varphi$ étant l'angle dont elle a tourné, I', I'_1, ..., I'_n, les positions nouvelles de I, $I_1, \ldots, I_n$,

$$d\varphi = \frac{II'}{II_1} = \frac{I_1 I'_1}{I_1 I_2} = \ldots = \frac{I_{n-1} I'_{n-1}}{I_{n-1} I_n} = \ldots.$$

» Ainsi :

$$\frac{1}{II_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_1},$$

R, R_1 étant respectivement les rayons de courbure de la base et de la roulette au point de contact.

» Si pour deux mouvements d'une figure mobile, les n premiers centres instantanés de rotation I, $I_1, \ldots, I_{n-1}$ coïncident, les enveloppes d'une courbe et les trajectoires d'un point quelconque dans les deux mouvements ont un contact d'ordre n, et réciproquement. Nous dirons que les deux mouvements ont *un contact d'ordre n*.

» 2. Dans le cas où la roulette est un cercle, la base étant quelconque, soient

» $I, \mathfrak{z}_1, \mathfrak{z}_2, \ldots, \mathfrak{z}_n, \ldots$ les centres instantanés des divers ordres d'un cercle de rayon double roulant sur la même base et tournant sa convexité du même côté; la normale à la $n^{\text{ième}}$ développée de la trajectoire d'un point quelconque de la roulette passe par le point $\mathfrak{z}_n$.

» 3. Revenons au cas où la base et la roulette sont quelconques. Si l'on substitue à la base un cercle tangent en I et de rayon $\mathcal{R}$, et à la roulette un cercle tangent en I et de rayon $\mathcal{R}_1$, le nouveau mouvement aura un contact du second ordre avec le premier, pourvu que l'unique relation

$$\frac{1}{\mathcal{R}} - \frac{1}{\mathcal{R}_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_1} = \frac{1}{II_1}$$

soit satisfaite. On peut disposer de $\mathcal{R}_1$ de manière que le cercle qui constitue la nouvelle roulette passe par un point donné de la figure mobile (M) et alors la construction du numéro précédent donnera le centre de courbure de la trajectoire du point (M). D'où la relation bien connue

$$\frac{1}{IM'} - \frac{1}{IM} = \frac{1}{IC},$$

M' étant le centre de courbure de la trajectoire du point M, C le point de rencontre de la droite IM avec le cercle décrit sur II_1 comme diamètre, cercle qui a reçu de M. Dewulf le nom de *cercle des centres*.

» 4. Supposons que les trois points I, I_1, I_2 soient en ligne droite. Prenons

$$\mathcal{R} = \frac{\overline{II_1}^2}{2\,\overline{II_1} - II_2}, \qquad \mathcal{R}_1 = \frac{\overline{II_1}^2}{II_1 - II_2}.$$

» Le mouvement obtenu en faisant rouler le cercle ($\mathcal{R}_1$) sur le cercle ($\mathcal{R}$) aura un contact du troisième ordre avec le mouvement primitif. Ces cercles ($\mathcal{R}$) et ($\mathcal{R}_1$) ont respectivement un contact du troisième ordre avec la base et la roulette.

» 5. Si les points I, I_1, I_2 ne sont pas en ligne droite, soit K le pied de la perpendiculaire abaissée du point I_2 sur la droite II_1. Prenons

$$\mathcal{R} = \frac{\overline{II_1}^2}{2\,\overline{II_1} - IK}, \qquad \mathcal{R}_1 = \frac{\overline{II_1}^2}{II_1 - IK}.$$

» On obtiendra un mouvement ayant un contact du troisième ordre

avec le mouvement primitif, en faisant rouler le cercle $(\mathcal{R}_1)$ sur une certaine parabole admettant le cercle $(\mathcal{R})$ pour cercle osculateur, ou encore en faisant rouler une certaine parabole ayant le cercle $(\mathcal{R}_1)$ pour cercle osculateur sur le cercle $(\mathcal{R})$. Les cercles $(\mathcal{R})$, $(\mathcal{R}_1)$ ne sont autre chose que les cercles osculateurs de la base et de la roulette lorsque l'une de ces courbes est surosculée par son cercle osculateur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une catégorie de groupes de substitutions associés aux groupes dont l'ordre égale le degré.* Note de M. **R. Levavasseur**, présentée par M. Picard.

« Désignons par $s_1, s_2, \ldots, s_n$, les diverses substitutions d'un groupe donné, d'ordre n. Transformons toutes les substitutions du groupe au moyen de l'une d'entre elles, s_i, et soit $s_j s_i = s_i s'_j$. Représentons par $\overline{s_i}$ la substitution

$$\overline{s_i} = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & \ldots & s_n \\ s'_1 & s'_2 & \ldots & s'_n \end{pmatrix};$$

les substitutions $\overline{s_1}, \overline{s_2}, \ldots, \overline{s_n}$ forment un groupe isomorphe au groupe $[s_1, s_2, \ldots, s_n]$.

» Le groupe $[\overline{s_1}, \ldots, \overline{s_n}]$ sera dit *associé* au groupe $[s_1, \ldots, s_n]$.

» Si un groupe est formé de substitutions échangeables entre elles deux à deux, le groupe associé est uniquement composé de la substitution identique.

» Prenons le groupe G_{pq}^2 engendré par une substitution S d'ordre premier p, et une substitution d'ordre premier q, $(p > q)$, telles qu'on ait $ST = TS^a$, où a est une racine différente de 1, de la congruence $x^q \equiv 1$ (mod. p); q est un diviseur de $p - 1$; posons $p = 1 + xq$. Les $(p-1)$ premiers nombres entiers seront congrus aux $(p-1)$ nombres du Tableau

$$\begin{array}{llllll} a_0, & a_0 a, & a_0 a^2, & \ldots, & a_0 a^{q-1}, & (a_0 = 1) \\ a_1, & a_1 a, & a_1 a^2, & \ldots, & a_1 a^{q-1}, & \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\ a_{x-1}, & a_{x-1} a, & a_{x-1} a^2, & \ldots, & a_{x-1} a^{q-1}, & \end{array}$$

a_i étant un nombre entier quelconque, non congru (mod. p) à aucun des nombres des $(i-1)$ premières lignes du Tableau; le groupe associé de G_{pq}^2

est alors $G'^{2}_{pq} = (\overline{S}, \overline{T})$ avec

$$\overline{S} = \prod_{h=1}^{h=q-1} (T^h, S^{a^{q-h}-1}T^h, S^{2(a^{q-h}-1)}T^h, \ldots, S^{(p-1)(a^{q-h}-1)}T^h),$$

$$\overline{T} = \prod_{h=0}^{h=x-1} \prod_{k=0}^{k=q-1} (S^{a_h}T^k, S^{a_h a}T^k, S^{a_h a^2}T^k, \ldots, S^{a_h a^{q-1}}T^k).$$

» Le groupe associé d'un groupe donné définit la structure du groupe donné. Considérons, par exemple, le groupe $G^2_{p^3}$ indiqué dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 16 avril 1895). Si nous remplaçons la substitution T par la suivante

$$T = \prod_{k=1}^{k=p^2} (x_{1,k}, x_{2,1+(k-1)a}, x_{3,1+(k-1)a^2}, \ldots, x_{p,1+(k-1)a^p}),$$

avec $a = 1 + \alpha p$, $(0 < \alpha < p)$ le groupe obtenu a bien, comme le premier, $p^2(p-1)$ substitutions d'ordre p^2, et $p^2 - 1$ d'ordre p; mais, tandis que le groupe associé du premier se réduit à la substitution identique, le second a un groupe associé engendré par les substitutions

$$\overline{S} = \prod_{h=1}^{h=p-1} (T^h, S^{-\alpha h p}T^h, S^{-2\alpha h p}T^h, \ldots, S^{-(p-1)\alpha h p}T^h),$$

$$\overline{T} = \prod_{h=1}^{h=p-1} \prod_{k=0}^{k=p-1} (S^h T^k, S^{h(1+\alpha p)}T^k, S^{h(1+2\alpha p)}T^k, \ldots, S^{h[1+(p-1)\alpha p]}T^k);$$

il est donc distinct du premier, et constitue le spécimen d'un nouveau type.

» Si l'on envisage des groupes de substitutions dont l'ordre et le degré sont égaux à la puissance d'un nombre premier p, *et qui ne contiennent que des substitutions d'ordre* p, on peut faire les remarques suivantes :

» (A). Si deux substitutions ne sont pas échangeables, la transformée de l'une par l'autre n'est pas non plus une puissance de la première.

» (B). Si p est premier impair, le groupe associé est nécessairement imprimitif.

» (C). Les substitutions du groupe associé sont régulières et d'ordre p.

» (D). Si une substitution du groupe est permutable à un faisceau (j'entends par faisceaux les sous-groupes d'ordre maximum composés de substitutions échangeables deux à deux), elle est échangeable à

$(1 + xp)(p - 1) + 1$ substitutions du faisceau, x étant un entier positif, ou nul.

» (E). Le groupe des substitutions permutables à un faisceau d'ordre p^α sera d'ordre $\beta p^{\alpha+1}$ (β étant un entier positif).

» (F). Il n'est pas possible qu'un groupe Ω, dont toutes les substitutions sont d'ordre p, n'admette comme faisceaux que ceux qui jouissent des deux propriétés suivantes : 1° les seules substitutions du groupe Ω permutables à l'un quelconque F de ces faisceaux sont celles de F ; 2° deux quelconques de ces faisceaux n'ont pas de substitutions communes, hormis la substitution identique.

» Dans le cas $R = p^3$ (p premier *impair*) il existe un type contenant $(p + 1)$ faisceaux d'ordre p^2 qui ont en commun p substitutions; chaque faisceau est un sous-groupe distingué. Les substitutions génératrices d'un tel groupe sont

$$S = \prod_{h=1}^{h=p^2} (x_{h_1} x_{h_2} \ldots x_{h_p}), \qquad T = \prod_{h=1}^{h=p} \prod_{k=1}^{k=p} (x_{1+(h-1)p,k}\, x_{2+(h-1)p,k} \ldots x_{hp,k}),$$

$$S_1 = \prod_{h=1}^{h=p} \prod_{k=1}^{k=p} (x_{h,k}\, x_{h+p,k-h}\, x_{h+2p,k-2h} \ldots x_{h+(p-1)p,k-(p-1)h}),$$

» Le groupe associé est engendré par les deux substitutions

$$\overline{S_1} = \prod_{\mu=1}^{\mu=p} \prod_{\nu=1}^{\nu=p-1} (SS_1^\mu T^\nu,\ S^{1-\nu} S_1^\mu T^\nu,\ S^{1-2\nu} S_1^\mu T^\nu,\ \ldots,\ S^{1+(p-1)\nu} S_1^\mu T^\nu),$$

$$T = \prod_{\mu=1}^{\mu=p-1} \prod_{\nu=1}^{\nu=p} (SS_1^\mu T^\nu,\ S^{1+\mu} S_1^\mu T^\nu,\ \ldots,\ S^{1+(p-1)\mu} S_1^\mu T^\nu).$$

» Je termine par une remarque concernant ma Note du 16 avril 1895 : Si l'on veut avoir $a^q \equiv 1 \pmod{p^2}$ avec $a < p^2$, et $a - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, on a nécessairement $a = 1$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux formules connexes concernant les fonctions complètes de troisième espèce, relatives à des modules complémentaires.* Note de M. F. DE SALVERT, présentée par M. Hermite.

« Parmi les transformations du premier ordre, relatives aux fonctions elliptiques de première espèce, celle dans laquelle l'ancien et le nouveau

module sont complémentaires l'un de l'autre semble offrir une importance particulière, en premier lieu, parce qu'elle fournit l'expression des fonctions d'argument iz, à l'aide des fonctions d'argument z, et réciproquement; et, en second lieu, en raison de la réversibilité très connue qui existe alors entre les fonctions complètes relatives à l'un ou à l'autre de ces deux modules.

» Nous voulons montrer dans cette Note que, contrairement à ce qui a lieu pour la fonction de deuxième espèce, cette même transformation par modules complémentaires présente encore les mêmes propriétés en ce qui concerne la fonction elliptique de troisième espèce, sous la réserve d'un changement linéaire du paramètre que nous allons indiquer.

» En effet, considérant l'expression

$$\begin{aligned}
&\Pi(z, ih + K + iK', k)\\
&= \int_0^z \frac{k^2 \operatorname{sn}(ih + K + iK') \operatorname{cn}(ih + K + iK') \operatorname{dn}(ih + K + iK') \operatorname{sn}^2 z\, dz}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2(ih + K + iK') \operatorname{sn}^2 z}\\
&= \int_0^z \frac{k^2 \dfrac{\operatorname{dn} ih}{k \operatorname{cn} ih} \dfrac{-ik'}{k \operatorname{cn} ih} \dfrac{ik' \operatorname{sn} ih}{\operatorname{cn} ih} \operatorname{sn}^2 z\, dz}{1 - k^2 \dfrac{\operatorname{dn}^2 ih}{k^2 \operatorname{cn}^2 ih} \operatorname{sn}^2 z} = \int_0^z \frac{k'^2 \dfrac{\operatorname{dn} ih}{\operatorname{cn} ih} \dfrac{-i}{\operatorname{cn} ih} \dfrac{i \operatorname{sn} ih}{\operatorname{cn} ih} \operatorname{sn}^2 z\, dz}{1 - \dfrac{\operatorname{dn}^2 ih}{\operatorname{cn}^2 ih} \operatorname{sn}^2 z}\\
&= \int_0^z \frac{k'^2 \operatorname{dn}(h, k') [-i \operatorname{cn}(h, k')] [-\operatorname{sn}(h, k')] \operatorname{sn}^2 z\, dz}{1 - \operatorname{dn}^2(h, k') \operatorname{sn}^2 z},
\end{aligned}$$

comme, en y faisant alors $z = ix$, d'où $dz = i\,dx$, elle deviendra

$$\begin{aligned}
&\Pi(ix, ih + K + iK', k)\\
&= \int_0^x \frac{k'^2 \operatorname{dn}(h, k')\, i \operatorname{cn}(h, k') \operatorname{sn}(h, k') \dfrac{-\operatorname{sn}^2(x, k')}{\operatorname{cn}^2(x, k')}\, i\, dx}{1 - \operatorname{dn}^2(h, k') \dfrac{-\operatorname{sn}^2(x, k')}{\operatorname{cn}^2(x, k')}}\\
&= \int_0^x \frac{k'^2 \operatorname{sn}(h, k') \operatorname{cn}(h, k') \operatorname{dn}(h, k') \operatorname{sn}^2(x, k')\, dx}{[1 - \operatorname{sn}^2(x, k')] + [1 - k'^2 \operatorname{sn}^2(h, k')] \operatorname{sn}^2(x, k')} = \Pi(x, h, k'),
\end{aligned}$$

l'on aura, en rapprochant les membres extrêmes et les intervertissant,

$$\Pi(x, h, k') = \Pi(ix, ih + K + iK', k), \tag{1}$$

ce qui établit le premier des deux faits annoncés, relatif aux arguments.

» Pour mettre, de même, en évidence le second fait relatif aux fonctions complètes, convenant de désigner celles relatives au module k par la

notation

$$(2)\qquad \begin{cases} \Pi\,[h,k] = \Pi(K, h, k), \\ i\Pi'[h,k] = \Pi(K + iK', h, k) - \Pi(K, h, k), \end{cases}$$

nous partirons de cette formule, déduite aisément de celle générale d'addition,

$$\Pi(\varphi \pm K, h, k) = \Pi(\varphi, h, k) \pm \Pi[h, k] + \frac{1}{4}\log\frac{\mathrm{dn}^2(\varphi - h, k)}{\mathrm{dn}^2(\varphi + h, k)},$$

de laquelle résultera, d'abord en y changeant φ en $\varphi \pm K$, l'une des deux formules dites *fondamentales* relatives à la fonction $\Pi(x, h, k)$, savoir

$$(3)\qquad \Pi(\varphi \pm 2K, h, k) = \Pi(\varphi, h, k) \pm 2\Pi[h, k],$$

puis, en y prenant le signe $-$ et faisant $\varphi = K + iK'$, cette autre égalité

$$\begin{aligned} &\Pi(K + iK' - K, h, k) \\ &\quad = \Pi(K + iK', h, k) - \Pi[h, k] + \frac{1}{4}\log\frac{\mathrm{dn}^2[h - (K + iK'), h, k]}{\mathrm{dn}^2[h + (K + iK'), h, k]}, \end{aligned}$$

c'est-à-dire, en vertu des définitions (2), simplement l'expression

$$(4)\qquad \Pi(iK', h, k) = i\Pi'[h, k].$$

» Cela posé, la formule de transformation (1) étant récrite ainsi

$$(5)\quad \Pi(x, h, k') = \Pi(ix, h', k), \qquad \text{en faisant} \qquad h' = ih + K + iK',$$

donnera, en premier lieu pour $x = K'$, eu égard à la valeur (4),

$$(6)\qquad \Pi(K', h, k') = \Pi(iK', h', k) = i\Pi'[h', k],$$

et, en second lieu pour $x = K' + iK$, en remarquant que l'on aura

$$i(K' + iK) = iK' - K = (K + iK') - 2K,$$

et tenant compte alors de la formule (3) prise avec le signe $-$,

$$(7)\qquad \begin{cases} \Pi(K' + iK, h, k') = \Pi[i(K' + iK), h', k] \\ \qquad = \Pi[(K + iK') - 2K, h', k] \\ \qquad = \Pi(K + iK', h', k) - 2\Pi[h', k] \\ \qquad = \{\Pi[h', k] + i\Pi'[h', k]\} - 2\Pi[h', k] \\ \qquad = i\Pi'[h', k] - \Pi[h', k], \end{cases}$$

c'est-à-dire, en ne conservant de ces deux suites d'égalités (6) et (7) que les membres extrêmes, et retranchant ensuite la première de la seconde,

puis écrivant les résultats à l'aide de nos notations (2),

$$\Pi[h, k'] = i\Pi'[h', k], \qquad i\Pi'[h, k'] = -\Pi[h', k],$$

ou, en remplaçant h' par sa valeur (5), et divisant la seconde égalité par i:

$$(8) \qquad \begin{cases} \Pi[h, k'] = i\Pi'[ih + K + iK', k], \\ \Pi'[h, k'] = i\Pi[ih + K + iK', k]. \end{cases}$$

» Les deux fonctions complètes Π et Π' pouvant être supposées définies pour le module k par les égalités

$$\begin{cases} \Pi[h, k] = \displaystyle\int_0^1 \frac{k^2 \operatorname{sn} h \operatorname{cn} h \operatorname{dn} h \, x^2 \, dx}{(1 - k^2 \operatorname{sn}^2 h \, x^2)\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}}, \\ i\Pi'[h, k] = \displaystyle\int_1^{\frac{1}{k}} \frac{k^2 \operatorname{sn} h \operatorname{cn} h \operatorname{dn} h \, x^2 \, dx}{(1 - k^2 \operatorname{sn}^2 h \, x^2)\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}}, \end{cases}$$

ces deux formules (8) font donc ressortir, sauf en ce qui concerne la valeur du paramètre et l'interposition du coefficient $\sqrt{-1}$, à l'égard de ces deux fonctions complètes envisagées successivement pour deux modules complémentaires, une réciprocité, ou réversibilité, tout à fait semblable à celle qui caractérise, dans les mêmes circonstances, les fonctions complètes K et K', et consistant en ce qu'étant, de même pour le module k, représentées par les symboles $F[k]$ et $F'[k]$ et définies par les égalités

$$F[k] = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}}, \qquad iF'[k] = \int_1^{\frac{1}{k}} \frac{dx}{\sqrt{(1 - x^2)(1 - k^2 x^2)}},$$

elles vérifieront alors, comme l'on sait, les conditions

$$F[k'] = F'[k], \qquad F'[k'] = F[k].$$

» De même que ces deux dernières, les formules en question (8) n'en constituent d'ailleurs, en réalité, qu'une seule, car on reconnaîtra très aisément, en tenant compte de celles-ci, que la seconde n'est autre chose que la première envisagée pour le paramètre h' et le module k', au lieu du paramètre h et du module k. »

CHIMIE. — *Sur la densité de l'hélium.* Lettre de M. **Clève** à M. Berthelot.

« M. Langlet, qui s'occupe au laboratoire d'Upsal d'études sur l'hélium, a récemment déterminé la densité du gaz. Le gaz, extrait de la clévéite, a été débarrassé d'hydrogène par le passage sur une couche d'oxyde de cuivre, portée au rouge, et d'azote par le magnésium métallique. Il ne contenait pas d'argon. La densité a été trouvée égale à 0,139 (air = 1) ou 2,02 (hydrogène = 1).

» Ce nombre est notablement inférieur à la densité trouvée par M. Ramsay. On s'occupe de déterminer la chaleur spécifique du gaz. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'oxyde azoteux par les métaux en présence de l'eau.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, CXX, p. 1158), nous avons montré que l'oxyde azotique, maintenu au contact du fer ou du zinc humides, est réduit lentement et transformé non pas seulement en oxyde azoteux mais aussi en azote. Le rapport entre le volume d'azote et le volume d'oxyde azoteux est, au début, voisin de $\frac{1}{3}$; mais il va en augmentant avec le temps, comme si l'oxyde azoteux était lui-même à son tour réduit par le métal humide.

» Cette dernière réduction n'ayant jamais été signalée, nous avons cherché à la vérifier par des expériences directes.

» Nous avons opéré, soit avec l'oxyde azoteux gazeux maintenu sur le mercure en présence de fer humide, soit avec sa dissolution aqueuse mise au contact de divers métaux plus ou moins oxydables, magnésium, zinc, cadmium, fer.

» I. *Oxyde azoteux gazeux en présence du fer humide.* — 1° Le gaz préparé par la décomposition ménagée du nitrate d'ammoniaque pur, soigneusement lavé par une succession de flacons laveurs à eau, à potasse et à eau, est introduit dans un flacon préalablement bourré de copeaux de fer et rempli d'eau distillée, puis abandonné sur la cuve à mercure.

» On n'observe aucune variation notable du volume gazeux; mais le fer noircit d'une manière très apparente.

» Le gaz primitif contenait pour 100 volumes, en même temps que quelques traces d'oxygène :

Oxyde azoteux	95
Azote	5

» Après vingt-cinq jours, le gaz éteignait une allumette enflammée et renfermait :

Oxyde azoteux	12,1
Azote	83,4
Hydrogène	4,5

» Au bout de quarante jours, la composition était :

Oxyde azoteux	2,8
Azote	88,2
Hydrogène	9

» Le soixante-sixième jour, il ne reste plus de quantité appréciable d'oxyde azoteux; l'analyse donne :

Azote	83
Hydrogène	17

» Il y a eu à la fois réduction de l'oxyde azoteux et dégagement assez important d'hydrogène, analogue à celui que nous avions signalé dans le cas de l'oxyde azotique, mais plus abondant, quoique attribuable à des causes identiques.

» 2° Nous avons également opéré en introduisant, dans un flacon rempli d'oxyde azoteux sur le mercure, de la limaille de fer humide, dépouillée autant que possible de l'air adhérent.

» Les analyses successives du gaz ont fourni, pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Azote.	Hydrogène.	Oxygène.
Au début	91,2	7	0	1,8
Après 31 heures	90,6	9,4	0	traces
Après 8 jours	84,4	15,6	0	»
Après 34 jours	80,0	20,0	traces	»
Après 44 jours	70,5	28,5	1,0	»
Après 56 jours	66,9	30,4	2,7	»

» La réduction est encore très nette, mais elle va moins vite que dans le cas précédent, parce que la surface d'action du métal était plus restreinte.

» II. *Action des métaux sur la dissolution aqueuse d'oxyde azoteux.* — Sous la pression ordinaire vers 15°, 1^{lit} d'eau dissout environ 750^{cc} d'oxyde azoteux. Une telle dissolution, préparée avec le gaz pur, était introduite dans les flacons contenant le métal réducteur, puis on fermait hermétiquement avec un bouchon muni d'un tube abducteur qui se rendait sous le mercure. La réduction du gaz dissous commençait aussitôt plus ou moins vite, et comme l'azote formé est beaucoup moins soluble que l'oxyde azo-

teux, il en résultait un dégagement *permanent* de gaz contenant nécessairement une certaine dose d'oxyde azoteux diffusé, et dont la vitesse devait aller en diminuant beaucoup.

» 1° *Magnésium en poudre*. — Le dégagement gazeux est ici instantané et rapide à cause de l'action propre de l'eau sur le métal, qui fournit une production importante d'hydrogène. Des éprouvettes, recueillies successivement pendant la première heure, contenaient pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Azote.	Hydrogène.
II	21,6	23,3	55,1
III	17,6	21,1	61,3
IV	8,7	20,6	70,7

» Malgré l'importance du dégagement d'hydrogène qui tend à prédominer, la réduction de l'oxyde azoteux en azote est très manifeste et se produit très rapidement.

» 2° *Zinc en tournure*. — Le dégagement, assez rapide pendant les premières heures, se ralentit beaucoup après un ou deux jours. Voici les résultats analytiques observés pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Azote.	Hydrogène.
Première heure	68	32	traces
De la première à la cinquième heure	38	62	traces
De la cinquième à la vingt-quatrième heure	15	83	2
Du premier au quatrième jour	traces	96	4
Du quatrième au cinquième jour	0	83	17
Du cinquième au sixième jour	0	74	26
...	...	...	...
Du dixième au treizième jour	0	58	42

» La liqueur retirée le treizième jour contient une faible dose d'ammoniaque libre, indiquée par le réactif de Nessler et par une coloration rosée de la phtaléine.

» Ces résultats établissent bien la réduction de l'oxyde azoteux en azote, avec une légère production d'ammoniaque, dont la présence favorise beaucoup la production d'hydrogène peu appréciable au début de l'action.

» 3° *Cadmium en lames*. — Le dégagement gazeux est toujours lent, mais se poursuit très longtemps. Les échantillons recueillis successivement étaient [1] :

	Oxyde azoteux.	Azote.
Du premier au huitième jour	49,4	50,6
Du huitième au vingt-cinquième jour	29,6	70,4
Du vingt-cinquième au trente-neuvième jour	10	90

---

(1) En négligeant de faibles quantités d'oxygène.

» On n'a pas constaté de traces d'hydrogène.

» Le sens du phénomène est encore identique. La liqueur obtenue contient ici encore une faible dose d'ammoniaque libre.

» 4° *Fer en limaille.* — On observe un dégagement lent et très prolongé de petites bulles gazeuses, et, en agitant le liquide, on y voit flotter au-dessus de la limaille une matière noire très ténue, qui paraît constituée par un oxyde magnétique hydraté, identique à celui qu'on obtient en traitant par un excès de fer l'acide azotique dilué [1].

» Les gaz dégagés contenaient pour 100 volumes :

	Oxyde azoteux.	Azote.
Le premier jour...............................	58	42
Du premier au huitième jour..................	51,4	48,6
Du huitième au vingt-huitième jour............	22,6	77,4
Du vingt-huitième au quarante-deuxième jour...	9,0	81,0

» Le gaz recueilli du quarante-deuxième au cinquante-cinquième jour est de l'azote pur, paraissant seulement contenir de faibles traces d'hydrogène. La liqueur est ammoniacale.

» Ces résultats confirment pleinement ceux qui précèdent, et démontrent que l'oxyde azoteux dissous est réduit à l'état d'azote par le magnésium, le zinc, le fer et même le cadmium : il y a formation simultanée d'un peu d'ammoniaque. Le gaz, au contact des métaux humectés d'eau, se dissout peu à peu dans cette eau et finit par être réduit d'une façon identique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de formation de l'acétylure de sodium.* Note de M. DE FORCRAND.

« A la suite des recherches, dont j'ai fait connaître les résultats récemment, sur la chaleur de formation du carbure ou acétylure de calcium C^2Ca, j'ai été amené à reprendre au même point de vue l'étude de l'acétylure de sodium C^2Na^2.

---

[1] Nous avons incidemment étudié cette action de l'acide azotique ordinaire étendu (100^{cc} par litre). Le dégagement gazeux, constitué par de l'azote mêlé à un peu d'oxyde azoteux et azotique, est très faible et s'arrête bientôt : on obtient une liqueur incolore à réaction très ammoniacale, et le fer est recouvert d'une assez grande quantité d'oxyde noir qui, séché à l'air, ne se peroxyde pas, est très attirable à l'aimant et contient $Fe^3O^4, \frac{1}{2}H^2O$.

» La préparation de ce composé est relativement facile aujourd'hui, car on peut disposer de grandes quantités d'acétylène, la décomposition par l'eau du carbure de calcium commercial donnant immédiatement ce gaz dans un état de pureté suffisant.

» Dans chaque expérience, j'employais de $1^{gr},5$ à 2^{gr} de sodium placé dans de petites nacelles en fer, au milieu d'un tube de verre chauffé au rouge sombre et traversé par un courant lent d'acétylène sec. Ce gaz était produit un moment avant, en introduisant 12^{gr} à 15^{gr} de carbure de calcium dans un grand flacon de 5^{lit}, disposé comme un gazomètre et contenant de l'eau salée, laquelle ne dissout pas l'acétylène.

» Les phénomènes qui se produisent sont bien connus. Ils ont été décrits et analysés dans tous leurs détails par M. Berthelot en 1866 [1].

» Je ne suis pas parvenu à éviter la formation d'une assez grande quantité de charbon qui forme avec l'acétylure produit un mélange dur et d'un beau noir brillant. Voici la composition d'une des matières utilisées pour l'expérience calorimétrique :

Na pour 100.............	40,83	soit 62,13 pour 100 du C^2Na^2
C combiné.............	21,30	
C mélangé.............	37,87	

» On a dosé le sodium alcalimétriquement. Le poids du carbone combiné s'obtient en mesurant exactement le gaz dégagé par l'action de l'eau à froid. Ce gaz est de l'acétylène absolument pur et son volume correspond exactement au poids du sodium obtenu, ce qui exclut l'hypothèse d'un mélange avec Na libre, avec Na^2H, ou C^2NaH ou même un autre carbure.

» Ce produit est très altérable à l'air et tombe rapidement en déliquescence. Il est aussi très oxydable; lorsqu'on veut le détacher avec un corps dur des nacelles de fer, il produit à l'air de brillantes étincelles et s'enflamme.

» On doit donc opérer constamment dans le gaz d'éclairage sec.

» La dissolution dans l'eau pure, d'abord assez rapide, se ralentit bientôt, sans doute à cause du carbone mélangé. Je l'ai rendue plus facile en opérant avec de l'eau contenant de l'acide sulfurique étendu.

» J'ai obtenu ainsi, à $+20^{o}$:

$$C^2Na^2 \text{ sol.} + SO^4H^2 \text{ dissous} = C^2H^2 \text{ gaz} + SO^4Na^2 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +69^{Cal},51$$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 403 et 404.

et en retranchant $+15,87 \times 2$ pour tenir compte de la neutralisation par l'acide, on trouve :

C^2Na^2 sol. + Aq. = C^2H^2 gaz. + 2NaOH dissous.............. $+37^{Cal},77$

ce qui donne

C^2 diamant + Na^2 sol. = C^2Na^2 sol.............................. $-9^{Cal},76$
C^2 amorphe + Na^2 sol. = C^2Na^2 sol.............................. $-2^{Cal},96$

» J'avais trouvé, pour l'acétylure de calcium, $-7,25$ et $-0,45$. Les nombres correspondants sont voisins; on voit cependant que les réactions sont encore plus endothermiques avec le sodium; d'ailleurs M. Moissan a constaté que le sodium n'agissait pas sur le carbure de calcium, mais toutes ces réactions deviennent possibles à la température du four électrique, à cause de la volatilisation du carbone.

» Ces résultats permettent encore de calculer les réactions de substitution suivantes :

C^2H^2 gaz + Ca sol. = H^2 gaz + C^2Ca sol.........	$+50,85$ Cal
C^2H^2 gaz + Na^2 sol. = H^2 gaz + C^2Na^2 sol........	$+48,39$
$\frac{1}{2}C^2H^2$ gaz + Na sol. = H gaz + CNa sol.........	$+24,20$

» Ce dernier résultat peut donner une idée de la valeur thermique de la fonction carbure d'hydrogène.

» Il faut seulement introduire ici, pour rendre les comparaisons possibles, la correction de la chaleur de volatilisation de l'acétylène solide. Elle est évidemment très incertaine; cependant, en prenant pour C^2H^2 le tiers de la chaleur de volatilisation du benzène solide, soit $\frac{9,3}{3}$ ou 3,1, et, par suite, pour CH 1,55, on voit que la valeur de cette correction est faible et elle ne peut apporter une erreur considérable. On trouve ainsi :

CH solide + Na solide = H gaz + CNa solide.... $+22^{Cal},65$.

» Rappelons que les valeurs thermiques des alcools primaires, secondaires et tertiaires sont : $+31^{Cal},87$, $+29^{Cal},75$, $+27^{Cal},89$; celles des phénols et des acides à peine $+39^{Cal}$ et $+50^{Cal}$.

» Si, comme on pouvait le prévoir, les carbures d'hydrogène ont une acidité plus faible que les alcools même tertiaires, il est curieux de constater que la différence avec les alcools tertiaires $(+5,24)$ est relativement petite, à peine supérieure à celle qui sépare ces alcools des alcools primaires $(+3,98)$, et bien inférieure à celle qu'on observe entre les alcools primaires et les phénols $(+7^{Cal})$ et surtout entre les phénols et les acides.

» Je me propose d'étendre ces recherches à l'ammoniac et à ses dérivés, l'amidure et l'azoture de sodium, ces corps devant fournir une valeur de substitution encore un peu plus faible. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure de phtalyle et le phtalide.* Note de M. **Paul Rivals.**

« M. Berthelot a montré que le chlorure de malonyle, dérivé d'un acide bibasique, est décomposé par l'eau avec un dégagement de chaleur de $+44^{Cal},2$, soit très sensiblement le double de la chaleur dégagée par la décomposition par l'eau d'un chlorure dérivé d'un acide gras monobasique.

» Ayant étudié précédemment les chlorures de benzoyle et de toluyle, j'ai été conduit à examiner si le chlorure de phtalyle se comportait comme un chlorure dérivé d'un acide bibasique.

» Une série d'expériences très concordantes, effectuées sur un échantillon analysé et trouvé pur de chlorure de phtalyle, m'a donné la chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique (le chlore étant entièrement ramené à l'état d'acide chlorhydrique dissous) du chlorure de phtalyle liquide.

» Soit pour 1 molécule : à volume const., $804^{Cal},69$; à pression const., $804^{Cal},41$.

» On déduit de ce nombre la chaleur de formation à partir des éléments du chlorure de phtalyle liquide, soit $+97^{Cal},8$.

» On en déduit en second lieu la chaleur dégagée par la décomposition de ce corps par l'eau avec formation d'acide phtalique solide

$$C^8H^4O^2Cl^2 \text{ liq.} + 2H^2O \text{ liq.} = C^8H^6O^4 \text{ sol.} + 2HCl \text{ gaz} \ldots \quad +2^{Cal}$$

nombre très différent de ceux que m'ont donnés les chlorures de benzoyle et de toluyle.

» En outre, tandis que les chaleurs de formation à partir des éléments de la benzine solide, de l'acide benzoïque solide, de l'acide orthophtalique solide croissent régulièrement, la même régularité ne s'observe plus pour la benzine liquide, le chlorure de benzoyle liquide et le chlorure de phtalyle liquide.

» Voici le Tableau de ces chaleurs de formation :

Benzine solide	$-\ 1^{Cal},8$
Acide benzoïque sol	$+\ 94^{Cal},2 = -\ 1^{Cal},8 + 96^{Cal}$
Acide phtalique sol.........	$+189^{Cal},8 = -\ 1^{Cal},8 + 95^{Cal},8 \times 2$

Benzine liquide............	$-4^{Cal},1$
Chlorure de benzoyle.......	$+53^{Cal},9=-4^{Cal},1+58^{Cal}$
Chlorure de phtalyle........	$+97^{Cal},8=-4^{Cal},1+51^{Cal},9\times 2$

» Il semble donc que, par ses caractères thermochimiques comme par ses propriétés chimiques, le chlorure de phtalyle n'est pas un chlorure d'acide bibasique, mais un isomère dissymétrique du chlorure de phtalyle symétrique.

» Je dois cependant ajouter que, dans une autre série d'expériences interrompue par un accident et effectuée sur un autre échantillon suffisamment pur, j'avais obtenu des résultats assez différents de ceux qui précèdent et qui tendraient à attribuer au chlorure de phtalyle une chaleur de formation voisine de $+110^{Cal}$, c'est-à-dire comparable à celle du chlorure de benzoyle. Sans attacher plus d'importance qu'il ne convient à une expérience isolée, ceci me porte à croire que le chlorure de phtalyle n'est peut-être, comme le chlorure de succinyle, qu'un mélange, difficile à dédoubler, du chlorure symétrique et de son isomère.

» *Phtalide*. — Le corps analysé et pur a été brûlé dans la bombe calorimétrique.

» J'ai trouvé :

» Chaleur de combustion pour une molécule : à volume constant, $883^{Cal},87$; à pression constante, $884^{Cal},15$.

» D'où je déduis la chaleur de formation à partir des éléments du phtalide solide, $+77^{Cal},25$.

» On peut alors former le Tableau suivant :

Chaleur de formation	de la benzine liquide.....	$-4^{Cal},1$
»	de l'aldéhyde benzylique..	$+25^{Cal},6=-4^{Cal},1+29^{Cal},7$
»	du phtalide (sol.)........	$+77^{Cal},25=+25^{Cal},6+51^{Cal},65$

» On ne retrouve plus la régularité observée pour les chaleurs de formation des acides benzoïque et phtalique, ce qui confirme l'opinion que le phtalide n'est qu'un isomère du véritable aldéhyde phtalique.

» Si, d'autre part, on compare les chaleurs de formation du phtalide et du chlorure de phtalyle, on a pour la réaction de substitution :

$C^8H^6O^2$ sol. $+ 2Cl^2 = C^8H^4O^2Cl^2$ liq. $+ 2HCl$ gaz, dégage.. $+64^{Cal},6 = 32^{Cal},3\times 2$

quantité de chaleur comparable à celles que dégage la substitution du chlore à l'hydrogène dans les composés de la série grasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Conductibilité de quelques éthers β-cétoniques.* Note de M. J. GUINCHANT, présentée par M. Friedel.

« Fort peu d'études ont été faites jusqu'ici sur la fonction acide que l'on rencontre dans toute une catégorie de composés organiques appelés par M. Haller ([1]) *acides méthéniques* et *méthiniques*. Il était intéressant de rechercher si ces acides se comportent au point de vue de la conductibilité, de la cryoscopie et des chaleurs de neutralisation, comme les acides carboxylés, les phénols substitués ou les imides déjà étudiés.

» Un seul de ces composés, l'éther *o*-nitrobenzoylmalonique a donné lieu à une série complète de mesures de conductibilité ([2]). J'ai étendu ces recherches à plusieurs autres acides du même genre. La conductibilité a été mesurée à 25° par la méthode de Kohlrausch.

Acétylacétone.

$v =$	32	64	128	256	512	1024
$\mu =$	2,553	3,503	4,799	6,511	8,811	11,143
$K =$	0,00015	0,00015	0,00014	0,00013	0,00012	0,00010

$K = 0,00015$.

Acétylacétate de méthyle.

» 1° Produit commercial : $\mu_{64} = 1,761$, $\mu_{128} = 2,346$;

» 2° Produit commercial agité avec du carbonate de soude, puis rectifié à l'air libre, et une seconde fois dans le vide avec quelques décigrammes Na^2CO^3 : $\mu_{64} = 0,26$.

Acétylacétate d'éthyle.

» M. Walden (*loc. cit.*) a trouvé, pour un produit commercial, $\mu_{128} = 1,18$.

» J'ai obtenu :

» 1° Avec un produit rectifié à la pression atmosphérique (175°-177°; 748mm) :

$$\mu_{64} = 1,865, \qquad \mu_{128} = 2,482 ;$$

» 2° Avec le même produit rectifié ensuite sous pression réduite avec quelques décigrammes Na^2CO^3 : $\mu_{64} = 0,347$.

» Les divergences proviennent vraisemblablement de ce que les éthers acétylacétiques se décomposent par ébullition sous la pression atmosphérique, en donnant de l'acide déhydracétique.

Malonate de méthyle.

$$\mu_{64} = 0,488, \qquad \mu_{128} = 0,631.$$

Cyanacétate de méthyle.

$\mu_{32} = 0,312$, μ_{64} 0,384, après une heure 0,575.

([1]) Note de M. HALLER dans le même fascicule, p. 1193.

([2]) WALDEN, *Berichte der deutsch. Chem. Gesell.*, t. XXIV, p. 2025; 1891.

Malonitrile.

$\mu_{64} = 0,372$ après quinze heures 0,622.

» Pour ces cinq derniers composés, la conductibilité augmentant avec le temps tout en restant extrêmement faible, on ne peut pas affirmer qu'elle ne soit due à une action secondaire de l'eau.

» Pour les éthers diacétylacétique et acétylmalonique, la conductibilité est notable, mais elle augmente avec une rapidité prodigieuse.

Acétylmalonate de méthyle.

μ_{128} après un quart d'heure...	13,73
» une demi-heure....	16,00

Diacétylacétate d'éthyle.

μ_{128} après un quart d'heure...	4,22
» une demi-heure...	5,26

» L'accroissement de la conductibilité s'explique facilement si l'on remarque que ces composés sont des acides plus faibles que l'acide acétique ($\mu_{128} = 16,99$) qui, d'après les recherches de M. James, fait partie des produits de leur décomposition par l'eau.

» Il est à remarquer que *les seuls de ces composés présentant une conductibilité notable sont ceux dans lesquels on devrait admettre, d'après M. Brühl et d'après M. Perkin, l'existence du même groupement* $= \underset{|}{C} - OH$ *à double liaison qu'on trouve dans les acides carboxylés, les phénols, l'acide cyanique normal, le carbostyrile, etc.* L'éther acétylacétique et l'éther malonique pour lesquels la forme cétonique est admise ont une conductibilité sensiblement nulle.

» Il existe une catégorie de ces acides, découverts par M. Haller et renfermant parmi les radicaux négatifs un ou deux radicaux CAz. Ils s'obtiennent dans l'action d'un chlorure acide sur un cyanacétate alcoolique sodé.

» Le μ_∞ de ces acides, nécessaire au calcul de K, a été déterminé expérimentalement au moyen du sel de soude.

Sodium acétylcyanacétate de méthyle.

v =	32	64	128	256	512	1024
μ =	65,6	70,2	72,6	74,0	76,51	78,06

» La différence $\mu_{1024} - \mu_{32} = 12,44$ caractérise nettement un acide monobasique.

» En ajoutant aux valeurs de μ les nombres pris dans les Tableaux de M. Bredig, relatifs à tous les autres sels monobasiques jusqu'ici connus [1], on trouve pour le μ_∞

---

[1] *Zeitsch. für phys. Chem.*, t. XIII, p. 298.

de ce sel 80,46, avec des écarts de ± 0,8. On en déduit pour l'anion

$$a' = 80,46 - 49,2 = 31,2.$$

Acétylcyanacétate de méthyle $\mu_\infty = 31,2 + 325 = 356$.

$v =$	64	128	256	512	1024
$\mu =$	73,43	98,3	128,5	162,5	199,96
K =	0,084	0,082	0,080	0,075	0,070

K = 0,085.

Sodium acétylcyanacétate d'éthyle.

$v =$	32	64	128	256	512	1014
$\mu =$	63,58	66,49	69,07	71,13	72,93	74,37

$$\mu_{1024} - \mu_{32} = 10,8.$$

$$\mu_\infty = 77,3 (\pm 0,3), \qquad a' = 77,3 - 49,2 = 28,1.$$

Acétylcyanacétate d'éthyle $\mu_\infty = 28,1 - 325 = 353$.

$v =$	64	128	256	512	1024
$\mu =$	65,05	86,56	116,02	146,23	181,41
K =	0,064	0,062	0,063	0,058	0,053

K = 0,065.

Sodium cyanomalonate d'éthyle.

$v =$	32	64	128	256	512	1024
$\mu =$	59,86	64,15	66,9	69,1	70,43	72,02

$$\mu_{1024} - \mu_{32} = 12,16,$$

$$\mu_\infty = 74,74 (\pm 0,9), \qquad a' = 74,74 - 49,2 = 25,5.$$

Cyanomalonate d'éthyle : $\mu_\infty = 25,5 + 325 = 350$.

$v =$	64	118	256	512	1024	2048
$\mu =$	265,30	294,85	309,05	320,75	331,80	330,4
$k =$	3,71	3,50				

K = 3,6.

» En résumé, les sels de soude des acides cyanométhiniques se comportent au point de vue de la conductibilité d'une façon absolument normale.

» Ces acides, ainsi que l'acétylacétone obéissent à la loi de M. Ostwald (K = const.) autant qu'on pouvait l'espérer de la part de composés renfermant un groupe acide et une fonction éther. Pour plusieurs de ces composés, la chaleur de neutralisation a été déjà déterminée (¹), et leur affinité

(¹) M. Combes, *Bull. Soc. chim.*, t. XLIX, p. 910; MM. Haller et Guntz, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1493.

chimique déduite des mesures thermochimiques concorde avec celle que l'on peut déduire des conductibilités précédentes.

» Enfin, pour les acides homologues, les valeurs de K, par suite l'affinité chimique, vont en diminuant à mesure que le poids moléculaire s'élève.

» La démonstration générale de ces faits sera le sujet de Notes ultérieures ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage des acides volatils dans les vins.* Note de M. E. **Burcker**, présentée par M. Friedel.

« J'ai entrepris une série de recherches en vue de contrôler le degré d'exactitude que comporte, lors du dosage des acides volatils dans les vins, la méthode de distillation à l'aide de la vapeur d'eau telle qu'elle est décrite dans mon *Traité des falsifications*, p. 124.

» J'ai été amené à rechercher aussi quelle était la part qui pouvait revenir, dans l'acidité du produit distillé, aux différents acides fixes ainsi qu'aux sels acides qui existent naturellement dans le vin ou qui peuvent s'y rencontrer à la suite d'altérations ou même de falsifications. En opérant ainsi sur des vins de diverses provenances, je crois avoir déterminé, au moins approximativement, la limite d'acidité volatile au delà de laquelle un vin peut être considéré comme altéré.

» Tout d'abord, pour résoudre la deuxième partie du problème que je m'étais posé, j'ai opéré avec des dissolutions aqueuses des principaux acides et sels acides que l'on peut rencontrer dans le vin, additionnées de 10 pour 100 d'alcool en volume.

» J'ai toujours suivi le même mode opératoire, en distillant, à l'aide de la vapeur d'eau, 50^{cc} de l'une ou de l'autre des solutions employées seules, ou bien 25^{cc} de chacune d'elles, lorsqu'elles étaient employées mélangées deux à deux, et recueillant chaque fois 200^{cc} du produit dans lequel je dosais l'acidité à l'aide de la solution $\frac{N}{10}$ de soude avec la phénolphtaléine comme indicateur.

» Les résultats observés sont les suivants :

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Haller, à l'Institut chimique de Nancy.

	Quantité réelle existant dans la solution.	Quantité trouvée dans le produit. distillé.
	gr par litre	gr par litre
1. Solution n° 1 (acide acétique)	2,14	2,14
2. Solution n° 2 (acide succinique)	2,18	0,03
3. Solution n° 3 (bitartrate de potasse)	4,8	0
4. Solution n° 4 (acide tartrique)	1	0
5. Solution n° 5 (chlorure de sodium)	1	0
6. Solution n° 6 (acétate de chaux)	1,5	0
7. Parties égales des solutions 1 et 2	»	2,04
8. Parties égales des solutions 3 et 5	»	0
9. Parties égales des solutions 2 et 5	»	0,03
10. Parties égales des solutions 4 et 5	»	0
11. Parties égales des solutions 2 et 6	»	1,07
12. Parties égales des solutions 3 et 6	»	1,11
13. Parties égales des solutions 4 et 6	»	1,11

» On voit, d'après ces expériences, que les acides fixes, libres ou combinés, n'exercent, tout au plus, qu'une action négligeable sur l'acidité du produit distillé, laquelle n'est due qu'aux acides volatils, parmi lesquels l'acide acétique joue le principal rôle; ce dernier, combiné à une base, comme la chaux, par exemple, se retrouvera intégralement dans le produit distillé, si l'on a eu soin d'ajouter un peu d'acide succinique, ou mieux encore d'acide tartrique, et même de bitartrate de potassium, dans le liquide que l'on soumet à la distillation.

» Pour me rendre compte du degré d'exactitude que comporte la méthode de la distillation, j'ai opéré sur un assez grand nombre d'échantillons de vins de diverses provenances, et j'ai comparé les résultats obtenus à ceux qui proviennent du dosage, par différence, des acides volatils, c'est-à-dire par le procédé qui consiste à en déterminer d'abord l'acidité totale et puis celle du résidu de l'évaporation du vin, maintenu pendant trois jours dans le vide à une température moyenne de 17°. (Je me suis assuré que ce temps était suffisant, à cette température, pour la disparition complète des acides volatils.)

» Le Tableau ci-dessous résume ces opérations :

	Acidité totale en SO^4H^2 par litre.	Acidité volatile par distillation en SO^4H^2.	Acidité volatile par différence en SO^4H^2.	Rapport de l'acidité totale à l'acidité volatile. $\frac{AT}{AV}$.
1. Vin rouge (coupage à base de vin rouge d'Algérie, légèrement acide au goût)	4gr,99	1gr,61	1gr,67	3,09
2. Vin rouge (coupage à base de vin d'Algérie, légèrement acide au goût)	5,29	1,63	1,67	3,25
3. Vin rouge (manifestement acide au goût)	5,48	1,85	1,95	2,96
4. Vin blanc	4,75	0,92	1,01	5,16
5. Vin rouge (coupage à base de vin d'Algérie)	4,51	1,32	1,32	3,42
6. Vin blanc	5,19	1,29	1,37	4,02
7. Vin rouge (Midi, légèrement acide au goût)	4,5	1,44	1,51	3,125
8. Vin blanc (Bordeaux)	4,41	0,57	0,59	7,74
9. Vin rouge (Perpignan)	4,5	0,63	0,68	7,14
10. Vin rouge (Bourgogne)	4,7	0,62	0,70	7,83
11. Vin rouge (Tunisie)	4,9	1,5	1,60	3,27

» De ces résultats et d'un assez grand nombre d'autres dont je n'ai pas voulu encombrer le Tableau, je crois pouvoir, dès à présent, déduire les conclusions suivantes :

» Dans le dosage des acides volatils des vins, la méthode par distillation à l'aide de la vapeur d'eau donne des résultats suffisamment exacts et comparables à ceux que l'on obtient par le procédé, beaucoup plus long, de l'évaporation dans le vide.

» La limite maxima d'acidité volatile pour les vins de France sains ne dépasse pas 0gr,70 par litre, exprimée en SO^4H^2.

» Cette limite pour les vins d'Algérie et de Tunisie doit être portée à 1gr,60. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Considérations sur les phénomènes chimiques de l'ossification*. Note de M. C. Chabrié, présentée par M. Guyon ([1]).

« Dans quelques publications faites dans le courant de l'année dernière ([2]), j'ai établi plusieurs faits relatifs à la Chimie de l'ossification. Je rappellerai les suivants :

» 1° La transformation de la substance fondamentale du cartilage en substance fondamentale osseuse correspond à des réactions chimiques dont les principales sont les suivantes : une substitution du groupe AzH^2 à OH et une oxydation. Cette métamorphose peut s'accomplir sous l'influence de l'ammoniaque ou des sels ammoniacaux, en milieu alcalin, agissant sur cette substance, et cette réaction ne peut pas se faire dans un milieu rendu acide par l'acide lactique.

» 2° Cette substitution, réalisable au laboratoire par l'action des sels ammoniacaux sur la chondrine, paraît se faire dans l'organisme par l'intermédiaire de l'urée, facilement transformable dans les cellules en sels ammoniacaux, dont elle peut être, à la fois, le générateur et le produit.

» Ces faits, tous démontrés par des expériences de Chimie et de Physiologie, m'ont amené à conclure que l'*osséinification* était favorisée surtout par la production intra-organique de l'urée charriée par le sang.

» Je veux montrer actuellement que le sang agit, par ses éléments histologiques, sur les réactions chimiques de la *calcification* des cartilages.

» On sait, en effet, que, seuls, les cartilages qui sont ossifiables contiennent des vaisseaux ; qu'aux chondroplastes se joignent des capillaires sanguins dans les cartilages d'ossification, pas dans les autres, et que dans les os qui n'ont pas été cartilages, il y a une substance amorphe intercellulaire et des vaisseaux. Il est donc hors de doute que les éléments du sang jouent un rôle prépondérant dans l'ossification. Voyons comment : Tout d'abord nous savons que le carbonate d'ammoniaque détruit les globules sanguins ([3]) et qu'on trouve des globules dans le cartilage au mo-

---

([1]) Travail du laboratoire de Chimie de M. le professeur Guyon à l'hôpital Necker.

([2]) Chabrié, *Bulletin de la Société chimique* (Comptes rendus de la séance du 13 avril 1894); *Comptes rendus* (séance du 7 mai 1894); *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. III; décembre 1894.

([3]) Beaunis, *Nouveaux Éléments de Physiologie humaine*, 3e édition, t. I, p. 395.

ment de l'ossification. Comme j'ai montré que les sels ammoniacaux étaient nécessaires à la transformation de la partie organique du cartilage, leur présence dans les cellules osseuses en voie de formation n'est pas douteuse; on peut donc admettre que les globules sanguins, subissant leur action, sont détruits dans ces cellules.

» La destruction des globules met en liberté une substance chimique qu'ils contiennent tous : la lécithine.

» Or, on sait que la lécithine agit comme une base faible, capable de fixer de l'acide carbonique ($2^{cc},77$ de CO^2 pour $0^{gr},092$ de lécithine), fait qui m'a suggéré l'expérience suivante :

» Je mélange une solution de phosphate de soude à une solution de bicarbonate de soude et je verse dans le liquide ainsi obtenu une solution de chlorure de calcium. Il se forme un précipité, contenant du phosphate et du carbonate de chaux, que je sépare par filtration du liquide qui le baigne. Dans le liquide filtré, il reste un mélange de ces deux sels, maintenus en dissolution par l'acide carbonique : c'est le liquide n° 1.

» Si maintenant je triture avec de l'eau, à la température ordinaire, de la lécithine et que je filtre, j'obtiens un liquide un peu opalescent, qui contient de la lécithine soit à l'état d'émulsion très fine, soit peut-être en partie à l'état de dissolution. Ce liquide contenant, en tous cas, des proportions notables de lécithine est le liquide n° 2.

» Si je mélange les liquides n°s 1 et 2 dans un flacon bien bouché, j'observe la formation immédiate d'un louche qui augmente avec le temps; c'est un dépôt formé de phosphate et de carbonate de chaux. La lécithine a fixé l'acide carbonique qui les maintenait en dissolution et a permis leur précipitation.

» D'où je conclus que la lécithine provenant de la destruction des globules du sang, au sein du cartilage, est la cause, ou au moins l'une des causes prépondérantes de la calcification.

» Si l'os en formation contient de l'acide lactique, comme dans l'ostéomalacie, la matière organique chondrogène ne deviendra pas collagène, ainsi que je l'ai démontré chimiquement, et les sels de chaux seront dissous parce que cet acide dissout les carbonates et phosphates de chaux.

» Mais, de plus, les acides saponifient la lécithine qui, en se décomposant, donnera des acides gras : d'où la présence de ces composés dans les os ostéomalaciques.

» Enfin, j'ai démontré [1] que, dans ces os, une grande partie de la chaux est remplacée par de la magnésie. Cela se comprend si l'on réfléchit

---

[1] J'ai donné une analyse (in *Thèse Lefèvre*, 1891, p. 61), dans laquelle j'ai trouvé 13,41 de magnésie pour 11,39 pour 100 de chaux et 14 pour 100 de graisses.

que les sels de chaux et de magnésie des acides gras, provenant de la lécithine, ont à peu près le même faible degré de solubilité dans les solutions aqueuses légèrement acidifiées par l'acide lactique, tandis que, dans l'ossification normale, la lécithine n'étant pas saponifiée, ces sels n'existent pas; et la fixation de l'acide carbonique par la lécithine, qui a pour effet de précipiter les sels de chaux, ne produit pas la précipitation des sels de magnésie.

» Ces considérations et ces faits me paraissent établir l'influence de premier ordre des globules du sang et de la teneur en urée de ce liquide dans les actes chimiques de l'ossification, et nous font comprendre pourquoi, dans les maladies par ralentissement de la nutrition, le squelette est si souvent menacé. Ils apportent, d'une manière plus générale, une contribution à l'étude de la fixation du phosphore sur les éléments anatomiques, puisqu'ils montrent que ce n'est pas le phosphore des phosphates qui se dépose sans l'aide des composés organiques phosphorés, mais que ce n'est pas non plus le phosphore organique qui se fixe en nature sur les tissus. C'est le phosphore organique qui précipite le phosphore minéral.

» Il y a lieu de se demander si, dans la sclérose des vaisseaux, le processus d'envahissement de la substance organique par la substance minérale n'est pas analogue. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore des dépôts houillers d'Asie Mineure et sur la présence, dans cette flore, du genre* Phyllotheca. Note de M. R. Zeiller, présentée par M. Daubrée.

« On a signalé depuis longtemps l'existence d'importants dépôts houillers sur la côte septentrionale de l'Asie Mineure, à l'est et à peu de distance d'Eregli (Héraclée). En 1852, Schlehan a publié une étude sur le bassin d'Amasra ([1]) et a mentionné les végétaux fossiles qu'il y avait recueillis, mais en se bornant en général aux dénominations génériques et en indiquant ses déterminations comme provisoires. En 1867, P. de Tchihatcheff a donné quelques renseignements géologiques sur le bassin d'Eregli ([2]) et y a joint la liste des espèces, fort peu nombreuses, recon-

([1]) *Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft*, t. IV, p. 96-142.

([2]) *Asie Mineure. Description physique de cette contrée.* 4e Partie: *Géologie*, t. I, p. 704-710.

nues par Ad. Brongniart dans les empreintes rapportées des mines de Coslou. Enfin, en 1877, ces mêmes gisements de Coslou ont fait l'objet d'une Note de M. l'amiral Spratt, et les quelques plantes récoltées par lui ont été déterminées, au moins génériquement, par M. R. Etheridge [1].

» De ces divers renseignements, il ressortait qu'on avait affaire là à la flore westphalienne, représentée par diverses Fougères d'attribution spécifique incertaine, par des Calamites, des Lépidodendrons, entre autres *Lep. aculeatum*, et des Sigillaires cannelées ; mais il était impossible de préciser davantage le niveau des dépôts d'où provenaient ces empreintes.

» Je me trouve aujourd'hui à même de fixer assez exactement l'âge de cette flore, grâce à l'étude que j'ai pu faire d'une série de fossiles végétaux, comprenant environ 120 échantillons, que je dois à l'obligeance d'un ingénieur hellène, M. Ralli, qui dirige l'exploitation des mines de Coslou, et d'un de ses compatriotes, M. Armas, élève à l'École des Mines de Paris.

» J'ai reconnu, parmi ces empreintes, les espèces suivantes :

» Fougères : *Sphenopteris obtusiloba* Brongt; *Sph. Schillingsi* Andræ; *Sph. Bœumleri* Andræ, très abondant; *Sph. Hœninghausi* Brongt; *Sph.* (*Renaultia*) *Schatzlarensis* Stur (sp.); *Sph.* (*Renaultia*) *Crepini* Stur (sp.); *Sph.* (*Zeilleria*) *Frenzli* Stur (sp.); *Mariopteris muricata* Brongt (sp.), assez fréquent; *Mar.* cf. *acuta* Brongt (sp.); *Alethopteris lonchitica* Schlot. (sp.); *Al. decurrens* Artis (sp.); *Nevropteris gigantea* Sternb. et *Nevr. Schlehani* Stur, assez abondants.

» Sphénophyllées : *Sphenophyllum cuneifolium* Sternb. (sp.).

» Équisétinées : *Calamites Suckowi* Brongt; *Cal. arborescens* Sternb., plusieurs fragments de tiges, dont un muni d'épis; *Cal. ramosus* Artis; *Cal. Schützei* Stur; *Calamophyllites* n. sp., avec feuilles encore en place, semblables à celles du *Cal. varians* de Wettin, mais soudées entre elles jusqu'au tiers environ de leur longueur; *Asterophyllites grandis* Sternb. (sp.); *Ast. rigidus* Sternb. (sp.).

» Lycopodinées : *Lepidodendron aculeatum* Sternb.; *Lep. obovatum* Sternb.; *Lepidostrobus Geinitzi* Schimp; *Lepidophyllum lanceolatum* L. et H.; *Lycopodites carbonaceus* Feist.; *Sigillaria elongata* Brongt; *Sig. Schlotheimi* Brongt; *Sig.* cf. *Boblayi* Brongt; *Sig. mamillaris* Brongt., et *Sig. elegans* Brongt.

» Cordaïtées : *Dorycordaites palmæformis* Gœpp. (sp.); *Cordaites* cf. *principalis* Germar (sp.).

» On peut, d'après cet ensemble d'espèces, et en particulier d'après l'abondance relative des *Sphenopteris Bœumleri*, *Nevropteris gigantea* et *Nevr. Schlehani*, ranger les dépôts de Coslou à la hauteur à peu près de la limite entre l'étage inférieur et l'étage moyen du Westphalien, c'est-à-dire tout à fait au sommet de la *zone du Nevropteris Schlehani*, ou à l'extrême

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, t. XXXIII, p. 524-533.

base de la *zone des Lonchopteris*. Il n'est pas sans intérêt de constater la présence, dans cette flore, de certaines espèces telles que *Sphenopteris Bœumleri* et *Calamites arborescens*, qui, fréquentes dans l'Europe centrale, n'ont été jusqu'à présent observées ni dans le bassin franco-belge, ni en Angleterre, ni en Amérique, et qui semblent ainsi avoir eu une extension beaucoup moindre que la plupart de leurs contemporaines.

» Outre les formes, depuis longtemps connues, que je viens d'énumérer, j'ai rencontré dans les empreintes de Coslou un type générique d'Equisétinée qui, jusqu'ici, ne s'était jamais montré dans la flore westphalienne, à savoir un *Phyllotheca* bien caractérisé. On sait que les divers représentants de ce genre ont été observés soit en Australie, aussi bien dans les dépôts secondaires que dans les dépôts permo-houillers, soit dans le permo-trias de l'Inde, et associés dans ces deux cas à la « flore à *Glossopteris* », soit dans les dépôts charbonneux de l'Altaï et de la Tongouska inférieure, rapportés au Jurassique, soit dans le Jurassique de Sibérie, soit enfin dans le Jurassique du Véronais où M. de Zigno en a trouvé deux espèces, les seules qui attestent avec certitude l'existence du genre en Europe. Le genre *Phyllotheca* semble ainsi être surtout australien et asiatique et, de plus, on était fondé à le regarder comme un type beaucoup plutôt secondaire que paléozoïque. Aussi sa présence au milieu de la flore westphalienne normale constitue-t-elle un fait entièrement nouveau et offre-t-elle un réel intérêt.

» L'espèce de Coslou se rapproche, d'une part, du *Phyll. australis* Brongt., d'autre part, du *Phyll. equisetitoides* Schmalh. : les feuilles, soudées en gaine lâche à la base sur 1^{mm} à 3^{mm} de longueur, suivant l'ordre des rameaux, s'étalent ensuite presque horizontalement, et affectent une forme étroitement linéaire-lancéolée; longues de 15^{mm} à 20^{mm} sur les plus gros rameaux, elles n'ont plus sur les derniers ramules que 3^{mm} à 4^{mm} de longueur et prennent alors une certaine ressemblance avec l'*Annularia galioides* L. et H. (sp.). Je me propose de donner à cette espèce le nom de *Phyllotheca Rallii*.

» Je dois ajouter ici que l'indication, donnée par M. R. Etheridge comme par Schlehan, de la présence dans cette même flore du genre *Glossopteris*, qui, en réalité, paraît être exclusivement austro-africain et australo-indien, doit être attribuée simplement à l'emploi de ce nom générique dans le sens où Ad. Brongniart l'avait appliqué en 1822 à son *Filicites (Glossopteris) dubius*, devenu plus tard le type du genre *Lepidophyllum*. La communication qu'a bien voulu me faire M. le Dr H. Woodward, d'un

dessin de l'échantillon signalé comme *Glossopteris* par M. R. Etheridge, m'a, en effet, permis de reconnaître en lui le *Lepidophyllum lanceolatum* L. et H., de sorte qu'il n'y a là rien que de parfaitement normal.

» Outre les espèces précédemment énumérées, l'envoi de M. Ralli comprend quelques empreintes provenant de localités voisines, à savoir, notamment, de Kirechlik, un petit gisement de charbon à 10^{km} au sud-ouest de Coslou, et de Seefedler, à 20^{km} environ au sud-sud-ouest de Coslou. A Kirechlik, les *Sphenopteris distans* Sternb. et *Diplotmema dissectum* Brongt (sp.) dénotent nettement la flore du Culm. A Seefedler, la présence des *Pecopteris abbreviata* Brongt, *Nevropteris Scheuchzeri* Brongt, *Nevr. rarinervis* Bunb., *Dictyopteris sub-Brongniarti* G. E., avec un *Pecopteris* nouveau, *Pec. Armasi* n. sp., atteste un niveau notablement plus élevé qu'à Coslou. On reconnaît là en effet les espèces les plus caractéristiques de la région supérieure du Westphalien, de ce que j'ai appelé la *zone du Dict. sub-Brongniarti*. Peut-être les dépôts houillers d'Amasra, où Schlehan signale de nombreux *Pecopteris*, appartiennent-ils à ce même niveau.

» En tout cas, les différences d'âge que l'étude de la flore révèle entre les trois groupes de Kirechlik, de Coslou et de Seefedler, prouvent que la série houillère présente en Asie Mineure, tout au moins au point de vue géologique, un développement considérable. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la chlorose des vignes américaines et son traitement par l'acide sulfurique.* Note de MM. **Gastine** et **Degrully**, présentée par M. Aimé Girard.

« La chlorose des vignes américaines sévit gravement dans nombre de terres calcaires et constitue l'obstacle le plus grand à l'utilisation des cépages particulièrement résistants au phylloxera, tels que les *Riparia* et les *Rupestris*. Cette affection, dont les causes sont encore bien obscures, a cédé dans beaucoup de cas à l'emploi du sulfate de fer en solutions concentrées, appliqué par badigeonnages sur les tailles fraîches de la vigne en automne, suivant la méthode du D[r] Rassiguier.

» Cette méthode de traitement a été appliquée avec succès sur des milliers d'hectares, mais son mode d'action est inconnu. Nous avons pensé que des études nouvelles pourraient peut-être nous le faire connaître.

» Dans ce but, nous avons, le 26 octobre 1894, recueilli aux environs de Montpellier, dans la propriété de M. Martin, qui avait expérimenté

méthodiquement les badigeonnages suivant la méthode Rassiguier, des échantillons de feuilles pour les analyser.

» Ces feuilles ont été prises sur des Riparias greffés en Aramons et Carignanes. Le premier échantillon est exempt de chlorose, le deuxième fortement chlorosé, le troisième provient de rangées badigeonnées, dont les souches avaient reverdi et s'étaient rétablies sous l'influence du traitement. Un quatrième échantillon a été récolté à Montpellier, sur un Riparia, greffé en Syrah, dans la propriété de l'un de nous. Enfin, deux autres échantillons de feuilles ont été pris, le 31 octobre, à Marseille, sur des vignes françaises, cultivées dans un jardin fertile à sol calcaire; le n° 5 était composé de feuilles vertes encore très adhérentes; le n° 6 était constitué par des feuilles prêtes à tomber et colorées en jaune.

» Le Tableau qui suit donne dans sa première partie les résultats de l'analyse chimique des cendres de ces divers lots de feuilles. Dans la deuxième partie, on a rapporté par le calcul ces résultats à 100 parties de feuilles séchées à 100° C.

	I. — Analyse des cendres.						II. — Composition rapportée aux feuilles.					
	Vignes américaines.				Vignes françaises.		Vignes américaines.				Vignes françaises.	
Corps dosés.	Non chlorosées. 26 oct.	Chlorosées. 26 oct.	Traitées par procédé Rassiguier. 26 oct.	Chlorosées. 28 oct.	Feuilles vertes adhérentes. 31 oct.	Feuilles jaunes tombantes. 31 oct.	Non chlorosées. 26 oct.	Chlorosées. 26 oct.	Traitées par procédé Rassiguier. 26 oct.	Chlorosées. 28 oct.	Feuilles vertes adhérentes. 31 oct.	Feuilles jaunes tombantes 31 oct.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Cendres pour 100 de feuilles sèches....	13	21,9	16	17,5	13	15,2	13	21,9	16	17,5	13	15,2
Azote pour 100 de feuilles sèches....	»	»	»	»	»	»	1,87	1,57	1,79	1,172	2,318	1,97
Chaux..............	41,80	42,00	42,00	45,724	34,664	37,88	5,44	9,20	6,72	8,001	4,506	5,758
Potasse............	3,155	0,855	2,667	1,465	14,527	12,852	0,410	0,330	0,426	0,256	1,888	1,953
Soude..............	0,768	0,099	0,393	0,311	0,739	0,690	0,100	0,020	0,063	0,054	0,096	0,105
Magnésie...........	6,300	5,618	7,218	5,249	4,199	4,334	0,800	1,230	1,154	0,918	0,545	0,658
Sesquioxyde de fer..	0,403	0,779	0,526	0,841	0,942	0,904	0,052	0,170	0,084	0,147	0,122	0,137
Oxyde de manganèse.	0,350	0,290	0,300	0,200	0,200	0,178	0,045	0,063	0,048	0,035	0,026	0,027
Oxyde de cuivre....	1,064	0,501	0,626	1,627	traces.	traces.	0,140	0,110	0,100	0,284	traces.	traces
Acide phosphorique.	2,538	1,529	2,089	2,187	3,430	2,811	0,330	0,334	0,334	0,383	0,446	0,427
Acide sulfurique....	2,537	1,234	2,030	2,058	10,650	10,660	0,330	0,270	0,325	0,360	1,384	1,620
Silice..............	9,670	17,450	11,400	7,750	7,480	8,310	1,260	3,821	1,824	3,356	0,972	1,263
Chlore..............	0,474	0,326	1,081	0,753	1,840	1,827	0,061	0,071	0,173	0,132	0,239	0,277

Les vignes françaises n'ont pas reçu de traitements cupriques en 1894.

» Les feuilles des vignes chlorosées sont beaucoup plus riches en cendres que celles des vignes saines et, par ce fait seul, suivant que l'on envisage simplement la composition centésimale des cendres ou bien celle

des feuilles qui en est déduite par le calcul, on peut être entraîné à des conclusions divergentes.

» Ainsi, la teneur en chaux n'offre, pour les trois premiers échantillons, que peu de différence si l'on considère la composition des cendres, tandis qu'au contraire l'accumulation de la chaux apparaît manifestement pour les vignes chlorosées si l'on examine les résultats des analyses rapportées à 100 de feuilles sèches; il en est de même pour la magnésie. La silice est beaucoup plus abondante dans les feuilles chlorosées. Si l'on envisage la composition des cendres, la potasse, la soude, l'acide phosphorique, l'acide sulfurique manquent dans les feuilles chlorosées; les différences sont moins sensibles quand on considère les mêmes dosages rapportés aux feuilles.

» Pour l'oxyde de fer, les feuilles chlorosées en renferment davantage que les feuilles saines. Les feuilles de vignes traitées et qui ont reverdi offrent une teneur intermédiaire. La même remarque peut être faite pour la chaux et pour la silice dont les teneurs, pour les feuilles traitées, sont plus faibles que pour les feuilles chlorosées et intermédiaires avec celles des feuilles saines.

» M. Joulie, en 1888, avait signalé déjà la richesse plus grande en fer des vignes chlorosées, et l'on sait, d'autre part, que les vignes jaunissent même dans des terres abondamment pourvues d'oxyde de fer. Donc le défaut de fer ne peut être considéré comme la cause de la chlorose des vignes américaines, et ce n'est pas à cet agent qu'il faut rapporter l'action favorable des badigeonnages.

» Si le fer n'agit pas, c'est donc l'acide sulfurique qui produit l'amélioration constatée. Le taux de cet acide est beaucoup moindre, en effet, dans les cendres des vignes chlorosées que dans celles des vignes saines. L'analyse des feuilles de vignes françaises n'a pas été faite à titre comparatif avec les précédentes; elle avait pour but de rechercher à quel taux l'acide sulfurique pouvait être fixé par les feuilles de vignes, lorsque le sol qui nourrit la plante est riche en ce composé. Or cet acide s'est fixé en quantité très importante et, fait à remarquer, les vignes ont assimilé parallèlement une proportion très élevée de potasse.

» L'observation de ce fait, le verdissement des vignes sous l'influence du soufre et de ses composés, les résultats souvent remarquables du plâtrage de la vigne signalés par M. Oberlin, toutes ces considérations nous ont amenés à penser que les bons effets du traitement Rassiguier étaient dus à l'acide sulfurique du sulfate ferreux et, pour vérifier cette hypothèse, nous avons institué une série d'expériences comparatives. L'une de ces

expériences a été faite le 20 octobre et le 6 novembre dans une vigne nettement chlorosée (greffée sur *Riparia*) appartenant à l'un de nous.

» Jusqu'à ce jour, il est impossible de reconnaître à l'aspect les rangées traitées à l'acide sulfurique (à 10 pour 100) de celles traitées au sulfate de fer : l'action semble avoir été identique dans les deux cas. Un résultat semblable a été obtenu dans le champ d'expériences institué par la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault.

» Il serait toutefois prématuré de conclure dès maintenant. Nous nous proposons de suivre ces expériences pratiques et de continuer l'étude même des vignes chlorosées. La présente Note n'est qu'une première contribution dans la série des recherches que nous avons entreprises. »

MÉDECINE. — *L'*oïdium albicans, *agent pathogène général. Pathogénie des désordres morbides.* Note de MM. **Charrin** et **Ostrowsky** [1], présentée par M. Ch. Bouchard.

« Nous avons rencontré dans un abcès sous-maxillaire, chez une femme convalescente de fièvre puerpérale, un organisme différent des agents pyogènes ordinaires. Les cultures sur divers milieux, les inoculations, les réactions histo-chimiques, les produits de sécrétion, etc., ont montré que cet organisme n'était autre que le muguet, que l'oïdium albicans [2].

» Ce parasite, on le sait, est pathogène; plus d'une fois on l'a rencontré chez l'homme en dehors des cavités communiquant avec l'air; l'étude de la maladie qu'il détermine chez l'animal [3], à côté de détails connus, nous a révélé des faits nouveaux, intéressants surtout au point de vue de la physiologie pathologique des désordres morbides.

» Un premier point, mis en lumière par l'inoculation sous-cutanée, c'est qu'il convient d'ajouter ce végétal à la liste des germes capables de provoquer la suppuration, comme aussi la phagocytose.

» Un second point a trait aux lésions mécaniques, directes, qu'il engendre. Ce muguet obstrue les vaisseaux, occasionne des troubles circulatoires, des modifications nutritives locales. De plus, il traverse les membranes avec facilité; il passe en abondance du rein dans l'urine, du sang dans l'intestin.

» En franchissant ces membranes, il fait naître d'importantes altéra-

(1) Travail du laboratoire de M. Bouchard.

(2) Recherches de Vuillemin, de Rodais.

(3) Observations de MM. Roux, Linossier, Lichteim, Grawitz, Grasset, etc.

tions; il détermine, en particulier, une entérite pseudo-membraneuse, glaireuse, phénomène propre à éclairer la pathogénie des accidents de cet ordre, si fréquents dans l'espèce humaine.

» Un côté intéressant de cette étude, c'est que ce parasite, qui se multiplie un peu partout, causant une série de lésions directes, recherche de préférence le tissu rénal, ou, du moins, pullule dans ce tissu plus abondamment que dans les autres organes. On aurait pu croire, en se basant sur les effets favorables de l'addition du glucose, du lévulose aux cultures, à des affinités plus marquées pour la glande hépatique; dans cette glande, au contraire, la végétation est des plus médiocres. D'autre part, si l'on rapproche de ce fait cette autre donnée, à savoir que le glycogène est pour l'oïdium albicans un mauvais aliment, on est conduit à conclure que ce végétal sait reconnaître que, dans le foie, il existe peu de sucre à l'état libre. Ce végétal distingue la constitution chimique d'un milieu spécial; si, de nouveau, la discussion s'engageait sur la teneur de ce milieu hépatique en sucre proprement dit, cette constatation fournirait un argument.

» Une variété de muguet, recueillie dans la bouche d'un enfant, puis cultivée, a permis de reproduire ces localisations rénales.

» Grâce à ce développement excessif, le rein n'est plus qu'un feutrage formé par les filaments de ce champignon; aussi sa fonction sécrétoire va-t-elle en s'éteignant. On voit alors, tandis que l'albuminurie augmente, la toxicité de l'urine, d'abord accrue, fléchir; on voit, inversement, le pouvoir nocif du sérum du sang de l'animal atteint s'accentuer; ce sérum tue plus aisément les souris. Parallèlement se montrent des symptômes d'urémie, de l'entérite, de l'hypothermie succédant à de l'hyperthermie, du rétrécissement des pupilles, de la somnolence, etc. En définitive, les altérations mécaniques causées par la présence de ce champignon font que l'organe atteint cesse de fonctionner régulièrement; dans ce cas particulier, on voit naître des signes non douteux d'auto-intoxication.

» En revanche, cet agent agit médiocrement à distance; s'il intervient plus énergiquement que les bactéries par les effets directs, pour ainsi dire traumatiques, il utilise moins activement ses propres sécrétions pour créer des perturbations. Avec de petites quantités, on ne provoque guère que des augmentations de température; encore convient-il, à cet égard, de tenir compte des propriétés du bouillon. Pour amener la mort, des doses considérables, 30^{cc} à 40^{cc} par kilogramme, sont nécessaires, même en choisissant une culture à pullulation abondante.

» D'autre part, au niveau des colonies, au sein des tissus, l'examen histologique révèle des détériorations profondes; toutefois, ces détériorations

vont en s'atténuant à mesure que l'on s'écarte de ces colonies; l'effet nuisible n'a pas, comme pour les microbes, un rayonnement accentué.

» D'ailleurs on ne décèle pas, ordinairement, des modifications notables du côté de la glycémie, du côté du glycogène, de l'isotonie des globules rouges, de l'oxygène, des gaz du sang (¹), etc., modifications éloignées fréquentes au cours des affections bactériennes et consistant principalement dans des diminutions.

» Ces produits solubles du muguet, du moins dans les conditions où nous nous sommes placés, sont également impuissants à faire apparaître une immunité solide; il faut, pour accroître la résistance, inoculer sous la peau des doses successives de virus vivant, mais faible.

» En somme, l'étude de la maladie générale que détermine l'inoculation de l'oïdium albicans révèle, au point de vue de la pathogénie, de la physiologie pathologique des désordres morbides, toute une série de processus propres à ce champignon. Si l'on compare ces processus à ceux que mettent en œuvre les bactéries, on constate des analogies, plus encore des différences (²). »

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1895.)

Note de M. *de Jonquières*, Sur une question d'Algèbre, etc. :

Page 1139, ligne 4 en remontant, *au lieu de* fonctions algébriques..., *lisez* fonctions algébriques isonomes (c'est-à-dire composées d'un même nombre de termes).

Page 1142, ligne 20, *au lieu de* $1 = \lambda^n = \lambda_2^n$, *lisez* $1 = \lambda_1^n - \lambda_2^n$.

Même page, ligne 10 en remontant, *au lieu de* fonctions algébriques, binomes..., *lisez* fonctions algébriques isonomes, binomes....

(¹) Recherches de Kaufmann, de Langlois, d'Abelous.

(²) Ces analogies, ces différences existent à d'autres égards : influence des doses, de la quantité, de la qualité, de la porte d'entrée, de l'espèce animale, des antiseptiques, du sucre, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1895,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'observatoire d'Astronomie physique de Meudon.* Note de M. **J. Janssen.**

« J'ai le plaisir d'annoncer à l'Académie que notre grande coupole est enfin prête à fonctionner, et que la Commission nommée par l'Administration pour la réception définitive se réunit vendredi prochain.

» Quant à la lunette, à la fois astronomique et photographique qu'elle abrite, et qui est l'œuvre, pour la partie optique, de MM. Henry frères, et pour la partie mécanique, de M. Gautier, elle est terminée depuis plus d'une année, mais l'état de la coupole empêchait de s'en servir.

» On a pu s'étonner que l'observatoire, dont la création fut arrêtée en principe en 1876, ait mis un temps aussi long à se terminer (et il ne l'est pas encore).

» Il est donc nécessaire, ne serait-ce que pour dégager notre responsabilité, de donner à cet égard quelques explications.

» Je dirai même que ces explications, je les dois à l'Académie, car c'est à l'avis favorable qu'elle a bien voulu émettre à la demande du Gouvernement; c'est à sa haute autorité, et au concours si bienveillant et si autorisé de sa Commission, qu'est due la création de cet observatoire, le premier en France, exclusivement consacré à l'Astronomie physique.

» D'une manière générale, on peut dire que si cette création a été aussi retardée, c'est qu'elle s'est déroulée à travers deux périodes financières bien différentes : une première, encore favorable, où les crédits de création ont été votés ; une seconde où les difficultés financières s'accusaient de plus en plus et dans laquelle non seulement les ressources nécessaires pour l'achèvement n'ont pu être accordées, mais où nous avons dû subir de cruelles réductions du budget ordinaire lui-même, réductions qui, ne pouvant porter sur le personnel, mirent en souffrance nos publications et nos travaux.

» Les crédits accordés par les Pouvoirs publics à l'Administration des Bâtiments civils pour la restauration de l'édifice, son appropriation et l'édification de la grande coupole ayant été insuffisants et des crédits supplémentaires n'ayant pu être accordés, nous dûmes prendre sur nos crédits pour les instruments et les publications, le coût de la grande coupole et de celles qui abritent le télescope de 1^{m} et la lunette photographique.

» J'étais très désireux en effet de terminer ce qui concernait notre grande lunette dont j'étais impatient de me servir.

» Si l'on totalise les dépenses qui ne nous incombaient pas, mais que nous dûmes subir, sous peine de voir tout arrêté, on arrive à la somme de plus de cent trente-cinq mille francs qui fut distraite de nos crédits, pour instruments, travaux et publications extraordinaires.

» Dans cette situation, nous fûmes obligé de renoncer, pour le moment, à la construction des petites coupoles pour les lunettes de 8^{po}, pour le cercle méridien que nous possédons, pour le magnétisme dont nous avons les principaux instruments. Nous dûmes également renoncer provisoirement à une publication très coûteuse, mais qui aurait eu un haut intérêt, à savoir, celle des meilleurs clichés parmi les quatre mille clichés de grandes images solaires obtenus à l'Observatoire depuis 1876 et qui forme une partie importante de l'histoire de la surface solaire pendant ce siècle.

» Je me contentai de reproduire les plus remarquables de ces images au point de vue des faits nouveaux que ces études firent découvrir; à

savoir, les vraies formes de la granulation solaire dans les facules, dans les stries des taches et à la surface générale du Soleil; et surtout les formes périodiquement variables du réseau photosphérique découvert par la Photographie à Meudon.

» Ces spécimens ont figuré à l'Exposition de 1889 et valurent à l'observatoire un diplôme d'honneur.

» Cette publication, quoique beaucoup trop réduite, fit cependant connaître ces faits nouveaux dans le monde savant, et nos photographies, qui n'ont pas été surpassées, formeront école, je l'espère, à l'étranger.

» Mais notre budget ordinaire subissait aussi de cruelles réductions.

» D'un autre côté, les études que j'avais entreprises sur les gaz de l'atmosphère dans le laboratoire créé dans les écuries du château, et qui visent les applications aux atmosphères planétaires, nous entraînaient à des dépenses nouvelles pour lesquelles le crédit extraordinaire, dû à la bienveillance de l'Administration supérieure de l'Instruction publique, fut bientôt épuisé.

» Dans ces circonstances, je n'hésitai pas à sacrifier, comme je l'avais déjà fait depuis dix ans, la forme au fond.

» Et voilà comment j'ai été amené, pour ne pas arrêter nos études, à retarder la publication de nos *Annales* et à demander aux *Comptes rendus* la publicité de nos travaux.

» Du reste, cette publication si efficace et si appréciée est parfaite pour notre genre de travaux dont les résultats peuvent se résumer en quelques pages.

» Dans cette circonstance encore et quoique d'une manière indirecte, l'Académie est venue à notre secours, et son aide nous a permis d'employer aux travaux eux-mêmes des ressources qui eussent été absorbées en publications.

» Mais je désire ajouter que les matériaux de plusieurs volumes de nos *Annales* sont prêts et n'attendent que les crédits nécessaires pour paraître.

» Je viens de parler de la Photographie solaire créée à Meudon et qui, certainement, a été le point de départ de la Photographie stellaire, si brillamment reprise par MM. Henry frères et dont le centre est à l'Observatoire de Paris.

» Mais, à Meudon, nous avons encore inauguré la photographie des comètes, la photométrie photographique.

» Nous avons continué l'étude des raies telluriques, tant à Meudon qu'au mont Blanc et tout dernièrement en Afrique, dans un voyage dont je

rendrai compte à l'Académie, celle des spectres d'absorption des gaz de l'atmosphère terrestre et spécialement celle des spectres d'absorption de l'oxygène, spectres si importants obéissant à des lois si imprévues, et qui ouvrent des perspectives nouvelles en Mécanique moléculaire.

» En 1891 et 1892, nous avons repris aussi l'étude des atmosphères planétaires de Mars, Vénus, Jupiter, au télescope de 1^m d'ouverture. Cette étude, que j'avais commencée en 1867, immédiatement après la découverte du spectre de la vapeur d'eau et à la suite de laquelle j'avais annoncé notamment la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de la planète Mars, a confirmé ces premiers résultats. Ils l'ont été encore, tout récemment, par MM. Huggins et Vogel.

» Je demande pardon à l'Académie de ces détails, dont plusieurs regardent spécialement l'administration; mais je tenais à lui rendre compte, en quelque sorte, de mon mandat, à lui exposer les difficultés que nous ont créées les circonstances financières si difficiles où nous avons été placés, et à lui montrer que nous avons fait tout ce qui dépendait de nous pour achever l'œuvre dans ce qu'elle avait de plus essentiel, et servir de notre mieux les intérêts de la Science.

» J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie l'ensemble des Communications qui lui ont été faites depuis 1876 et relatives à tous ces travaux. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la forme nécessairement pendulaire de la houle de mer, quant à l'expression des déplacements de chaque particule en fonction du temps;* par M. **J. Boussinesq**.

« I. Une *houle cylindrique simple*, à la surface et à l'intérieur d'un liquide pesant, est un mouvement périodique dans lequel toutes les particules fluides décrivent indéfiniment des orbites fermées, comprises dans des plans verticaux parallèles, et où, sur chaque surface horizontale, c'est-à-dire à chaque profondeur z au-dessous d'un niveau donné, les mêmes vitesses, les mêmes pressions, les mêmes circonstances en un mot, se produisent, successivement, à toutes les distances x d'un plan vertical des yz perpendiculaire à ceux des orbites, au bout de temps proportionnels à ces distances.

» Par suite, si l'on appelle ω la *célérité* de la houle (ou vitesse de propagation du mouvement suivant les x), les deux déplacements horizontal et vertical ξ, ζ de chaque molécule, comptés pour celle-ci à partir

d'un point (x, z) bien défini, comme, par exemple, sa *situation moyenne*, seront, ainsi que les deux composantes u, w de sa vitesse et la pression p exercée autour d'elle, des fonctions des deux seules variables z, $x-\omega t$, où t désigne le temps. En effet, les circonstances du mouvement exprimées par ξ et ζ étant les mêmes en deux points $(x+\xi, z+\zeta)$ de l'espace situés à une même profondeur $z+\zeta$ et au bout de temps respectifs proportionnels à $x+\xi$, les profondeurs $(z+\zeta)-\zeta=z$ des situations moyennes des deux molécules qui les occupent alors sont pareilles, et la distance *horizontale* de ces deux situations, différence de leurs abscisses x, est aussi la même que celle des deux points considérés $(x+\xi, z+\zeta)$, différence de leurs abscisses $x+\xi$; en sorte que les deux variables z, $x-\omega t$, où figurent les coordonnées *moyennes*, changent seulement avec les variables analogues $z+\zeta$, $x+\xi-\omega t$, où figurent les coordonnées *actuelles*, et que ξ, ζ, u, w, p sont, à volonté, ou fonctions de celles-ci, comme on l'admet dans la définition de la houle, ou fonctions de z et de $x-\omega t$.

» Quant à la particularité notable constituée par l'existence, en certains points $(x+\xi, z+\zeta)$, d'une surface libre $p=0$, elle se propagera comme les autres, à chaque niveau $z+\zeta$ de ces points, avec la célérité ω. Donc ces niveaux se produiront successivement, au bout de temps proportionnels aux abscisses $x+\xi$, pour toute la suite des *molécules superficielles*, qui seront, dès lors, de celles dont les déplacements ξ, ζ deviennent à tour de rôle les mêmes, et aussi, par conséquent, de celles qui ont leurs situations moyennes (x, z) à même profondeur z. En particulier, l'ordonnée $z+\zeta$ de la surface libre, ordonnée que j'appellerai $-h$, en désignant ainsi par h la hauteur de cette surface au-dessus du plan horizontal de repère $z=0$, dépendra uniquement soit de la variable $x-\omega t$, soit encore, si l'on préfère y introduire l'abscisse actuelle $x+\xi$, de la variable $x+\xi-\omega t$; et le liquide affectera supérieurement une forme cylindrique constante, animée de la vitesse ω de transport apparent suivant le sens horizontal des x positifs, perpendiculaire à ses génératrices.

» Le cas le plus simple et le plus intéressant est celui de la houle de haute mer, où les mouvements sont insensibles au fond; ce qui permet de supposer infinie la profondeur de l'eau avec évanouissement asymptotique, pour $z=\infty$, des déplacements ξ, ζ, des vitesses u, w' et, par suite, des parties de la pression non hydrostatiquement variables. Franz von Gerstner, professeur à l'Université de Prague, a reconnu, vers le commencement de ce siècle, que toutes les équations du mouvement sont alors satisfaites dans l'hypothèse d'orbites circulaires, décrites d'un mouvement uniforme et

continu durant la période $2T$, synchroniquement pour toutes les molécules qui ont le centre de leur orbite sur une même verticale, et avec des vitesses dirigées, au sommet des orbites, suivant le sens du transport apparent de la surface libre, laquelle est dès lors trochoïdale : les rayons de ces orbites décroissent d'ailleurs, avec la profondeur z de leur centre, comme l'exponentielle $e^{-\pi\frac{z}{L}}$, où L désigne la demi-longueur d'une vague (de crête en creux), reliée à la demi-période T par la formule $T = \sqrt{\pi\frac{L}{g}}$; et chaque particule reste soumise durant son mouvement à la pression même qu'elle éprouvait dans l'état primitif de repos de tout le fluide.

» Mais ces lois ont été établies implicitement ou explicitement, par Franz von Gerstner et ses successeurs, sur la supposition non évidente que, dans la houle, chaque composante ξ, ζ des déplacements est *pendulaire*, c'est-à-dire proportionnelle au cosinus ou au sinus d'une fonction linéaire du temps; de sorte qu'on pouvait se demander si des houles d'autres formes ne seraient pas également possibles, comme il y en a effectivement dans les petites profondeurs ([1]), du moins quand on admet la fluidité parfaite ([2]). Ce n'est donc pas sans raison qu'on a mis quelquefois en doute la nécessité de l'hypothèse de déplacements pendulaires dans la houle de haute mer.

» Or, je me propose de démontrer ici que ce doute n'est pas fondé, et que toute houle simple *à mouvements évanouissants aux grandes profondeurs* z est régie par les lois de Gerstner.

» II. Dans cette question, comme, en général, dans l'étude des petits mouvements périodiques que n'accompagne aucune progression de la matière, les meilleures variables propres à définir les diverses particules sont les coordonnées, x, z, que nous avons déjà introduites, d'un point fixe idéalement rattaché à chacune; et alors les coordonnées *actuelles*, choisies pour variables indépendantes dans les équations indéfinies ordinaires de l'Hydrodynamique, prennent les expressions $x + \xi$, $z + \zeta$. Ces équations

---

([1]) Voir à ce propos mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (p. 390 à 396), au Tome XXIII du *Recueil des Savants étrangers*, et les *Additions* à cet *Essai*, p. 54 (t. XXIV du même Recueil).

([2]) On l'admet dans la définition même de la *houle cylindrique simple*, nécessairement idéale (quoique très peu différente de houles réelles) en ce qu'elle est censée conserver sa hauteur à toutes les distances x de son lieu d'origine, et ne donner lieu, par conséquent, à aucun frottement intérieur capable de l'éteindre après un parcours plus ou moins long.

classiques s'écriront donc

$$(1)\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(x+\xi)} = -u', \quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(z+\zeta)} = g - w', \quad \frac{du}{d(x+\xi)} + \frac{dw}{d(z+\zeta)} = 0.$$

» Pour en déduire celles qui conviennent à nos variables x, z, il suffit de faire les deux remarques suivantes :

» 1° D'une part, dans le passage des variables $x+\xi$, $z+\zeta$ aux variables x, z, on a, par exemple, d'après la règle de différentiation des fonctions composées,

$$\left\{\begin{aligned} \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} &= \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(x+\xi)}\frac{d.x+\xi}{dx} + \frac{1}{\rho}\frac{dp}{d(z+\zeta)}\frac{d.z+\zeta}{dx} \\ &= -u'\left(1+\frac{d\xi}{dx}\right) + (g-w')\frac{d\zeta}{dx}, \end{aligned}\right.$$

et, de même,

$$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz} = -u'\frac{d\xi}{dz} + (g-w')\left(1+\frac{d\zeta}{dz}\right);$$

en sorte que, les accélérations u', w' étant les nouvelles dérivées partielles premières de u, w en t, ou les nouvelles dérivées partielles secondes de ξ, ζ en t, les deux premières équations indéfinies sont, après changement de signes, avec les nouvelles variables indépendantes,

$$(2)\qquad \frac{d}{d(x,z)}\left(-\frac{p}{\rho} + gz + g\zeta\right) = \frac{d^2(\xi,\zeta)}{dt^2} + \frac{d^2\xi}{dt^2}\frac{d\xi}{d(x,z)} + \frac{d^2\zeta}{dt^2}\frac{d\zeta}{d(x,z)}.$$

» 2° D'autre part, si l'on appelle D le déterminant de la transformation, savoir

$$(3)\qquad D = \left(1+\frac{d\xi}{dx}\right)\left(1+\frac{d\zeta}{dz}\right) - \frac{d\xi}{dz}\frac{d\zeta}{dx},$$

les formules symboliques, bien connues, pour exprimer des dérivées en $x+\xi$, $z+\zeta$ au moyen de dérivées en x, z, sont

$$\frac{d}{d(x+\xi, z+\zeta)} = \frac{1}{D}\frac{dD}{d\frac{d(\xi,\zeta)}{dx}}\frac{d}{dx} + \frac{1}{D}\frac{dD}{d\frac{d(\xi,\zeta)}{dz}}\frac{d}{dz};$$

ce qui donne à la dernière équation (1), où u, w deviennent $\frac{d(\xi,\zeta)}{dt}$, la forme simple $\frac{d\log D}{dt} = 0$. Ainsi la condition de conservation des volumes fluides signifie que, pour chaque molécule à situation moyenne (x, z), la fonction D a une valeur invariable, celle, par exemple, qu'elle aurait si toutes les molécules se plaçaient, hors de leurs orbites, sur les verticales

de leurs situations moyennes (de manière que ξ s'annule alors partout) et à des distances convenables ζ_0 de ces situations, savoir, à celles où la densité garderait sa valeur effective. L'expression (3) devenant alors $1 + \frac{d\zeta_0}{dz}$, on aura donc, pour joindre à (2), la troisième équation indéfinie

$$\frac{d\xi}{dx} + \frac{d\zeta}{dz} + \frac{d\xi}{dx}\frac{d\zeta}{dz} - \frac{d\xi}{dz}\frac{d\zeta}{dx} = \frac{d\zeta_0}{dz}. \tag{4}$$

» III. Commençons par nous borner à cette première approximation, admissible dans tous les mouvements d'amplitude assez faible, où l'on néglige les carrés et produits des déplacements ξ, ζ et de leurs dérivées. Si alors nous appelons ψ, pour abréger, la fonction

$$\psi = -\frac{p}{\rho} + gz + g\zeta, \tag{5}$$

les équations (2), réduites à $\frac{d(u, w)}{dt} = \frac{d\psi}{d(x, z)}$, donneront, multipliées par dt et intégrées à partir d'une époque fixe t_0, la même pour tout le fluide, en désignant d'ailleurs par u_0, w_0 les vitesses suivant les axes, à l'époque t_0, de la molécule (x, z),

$$(u - u_0, w - w_0) = \frac{d}{d(x, z)} \int_{t_0}^{t} \psi\, dt.$$

» Retranchons de chaque membre sa valeur moyenne prise durant une période $2T$, c'est-à-dire, par exemple, de $t = t_0$ à $t = t_0 + 2T$; et, si nous posons

$$\varphi = \int_{t_0}^{t} \psi\, dt - \int_{t_0}^{t_0+2T} \frac{dt}{2T} \int_{t_0}^{t} \psi\, dt, \tag{6}$$

il viendra, vu l'absence de progression des molécules et vu, par suite, l'égalité à zéro des valeurs moyennes de u, w pour chacune d'elles,

$$(u, w) = \frac{d\varphi}{d(x, z)}. \tag{7}$$

» Ainsi, à une première approximation, un *potentiel* φ *des vitesses* existe, savoir la fonction (6) elle-même, dans une eau houleuse.

» Or opérons sur φ comme nous l'avons fait sur ψ, c'est-à-dire, en multipliant (7) par dt, puis intégrant à partir de t_0, retranchant des résultats les moyennes de leurs valeurs durant une période $2T$, puis enfin, posant,

pour abréger,

(8) $$\Phi = \int_{t_0}^{t} \varphi\, dt - \int_{t_0}^{t_0+2T} \frac{dt}{2T} \int_{t_0}^{t} \varphi\, dt,$$

et observant que les déplacements ξ, ζ ont partout leurs valeurs moyennes nulles, comme comptés justement à partir des *situations moyennes* (x, z). Nous aurons

(9) $$(\xi, \zeta) = \frac{d\Phi}{d(x, z)}.$$

La fonction Φ est donc ce qu'on peut appeler *un potentiel des déplacements*.

» IV. Au même degré d'approximation, l'équation de continuité (4), réduite à ses termes linéaires et différentiée en t, ne conserve que les deux premiers, devenus respectivement les deux dérivées de u, w en x et z, c'est-à-dire les deux dérivées secondes de φ en x et z. Le potentiel φ des vitesses obéit donc à l'équation indéfinie

$$\Delta_2 \varphi = 0.$$

» D'autre part, d'après (6) et (8), ψ est la dérivée de φ en t, et φ la dérivée analogue de Φ. L'équation (5), qui définit ψ, peut donc s'écrire, en la divisant par g,

(10) $$\frac{p}{\rho g} = z + \zeta - \frac{1}{g}\frac{d\varphi}{dt} = z + \frac{d\Phi}{dz} - \frac{1}{g}\frac{d^2\Phi}{dt^2}.$$

» A la surface libre où $p = 0$ et où $z + \zeta = -h$, le second membre de cette formule (10) et le troisième différentié en t, donnent les deux relations spéciales

(11) (à la surface libre) $$h = -\frac{1}{g}\frac{d\varphi}{dt} \quad \text{et} \quad \frac{d\varphi}{dz} - \frac{1}{g}\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0,$$

qui, si l'on y fait ainsi z égal à l'ordonnée constante des situations moyennes des molécules superficielles, deviendront, l'une, l'équation de cette surface ([1]), et, la seconde, une condition y régissant le potentiel φ des vitesses.

» Ce potentiel φ vérifie également une autre condition très simple au fond de l'eau ou pour $z = \infty$. Le mouvement y disparaît et la pression y devient hydrostatiquement variable en x et z, c'est-à-dire croissante comme $\rho g z$, mais indépendante de x, ou de $x - \omega t$ et, par suite, de t. Donc,

---

([1]) A cela près que l'abscisse *moyenne* x de chaque molécule y figurera au lieu de l'abscisse *actuelle* $x + \xi$.

l'expression (5) de ψ y tend vers une constante, ou mieux vers zéro, si l'on choisit convenablement le plan horizontal de repère ou des xy, arbitraire jusqu'à présent. Par suite, les expressions (6), (8) de φ et de Φ s'y annulent asymptotiquement, et l'on a, quels que soient x, y, t,

$$(12) \qquad (\text{pour } z = \infty) \qquad \varphi = 0 \qquad \text{et} \qquad \Phi = 0.$$

» Il résulte de là, par exemple, que φ, Φ sont identiquement les intégrales $\int w\,dz$, $\int \zeta\,dz$, prises le long de la verticale (x, y) entre les limites $z = \infty$, $z = z$, et que ces potentiels constituent, tout comme w et ζ, des fonctions dépendant de x et t par l'intermédiaire de la variable unique $x - \omega t$, c'est-à-dire, en particulier, des fonctions admettant la période $2\mathrm{T}$ quant au temps et la période $2\omega\mathrm{T} = 2\mathrm{L}$ quant à la variable $x - \omega t$ ou quant à l'abscisse x. »

GÉODÉSIE. — *Note sur les levers photographiques exécutés en* 1894 *par les ingénieurs canadiens et le service du « Coast and geodetic Survey » des États-Unis pour la délimitation de l'Alaska et de la Colombie britannique;* par M. **A. Laussedat.**

« En communiquant, au mois de décembre dernier, à l'Académie, quelques-uns des renseignements qui m'étaient parvenus sur les opérations topographiques entreprises pour la délimitation de l'Alaska et de la Colombie britannique, j'avais essayé de faire ressortir les grands avantages que présente la méthode photographique dont les arpenteurs canadiens font un si habile usage, comparée à celle de la planchette qu'employaient les ingénieurs du *Coast and geodetic Survey* des États-Unis.

» Ces avantages que reconnaissent tous ceux qui ont voulu faire le moindre effort pour étudier le terrain à l'aide d'images fidèles obtenues aujourd'hui si facilement et si rapidement, s'accentuent singulièrement dans les pays de hautes montagnes et sous un climat rigoureux. Aussi ne pouvaient-ils échapper à la sagacité des ingénieurs hydrographes américains chargés de prendre part à la reconnaissance, non seulement des côtes, mais de l'intérieur de l'Alaska.

» Les services publics qui ont de bonnes traditions sont, en général, réfractaires, un peu partout, aux innovations, et le Coast and geodetic Survey, qui a exécuté déjà tant de belles Cartes hydrographiques, était sûrement dans ce cas.

» Toutefois, les résultats si remarquables obtenus par M. Mac Arthur et les sept autres chefs de brigade canadiens, pendant la campagne de 1893, levèrent toutes les hésitations, et le superintendant, M. Duffield, autorisa le jeune assistant, M. Flemer, déjà gagné à la cause de la Photographie, à aller à Ottawa se mettre au courant de la méthode et du maniement des appareils de M. E. Deville.

» En 1894, M. Flemer fit donc, de son côté, des épreuves photographiques destinées à concourir à la construction de la Carte dont j'ai l'honneur de mettre l'une des feuilles sous les yeux de l'Académie.

» Le superintendant en exercice, M. Andrew Braid et M. Flemer luimême ont eu l'obligeance de m'adresser, en même temps que cette Carte à l'échelle de $\frac{1}{600000}$, qui s'étend du sommet du Lynn Canal ou du glacier de Muir au Dixon entrance, détroit au sud de l'île du Prince-de-Galles et représente à elle seule un territoire de 600^{km} de longueur et d'une largeur moyenne de 200^{km}, une série d'épreuves, prises parmi celles qu'a obtenues M. Flemer, de stations dont les altitudes ont varié de 15^m à 1500^m dans la région du nord-est de la côte.

» Cette Carte a d'ailleurs été dressée, pour la partie hydrographique et les côtes proprement dites, d'après les minutes de plusieurs ingénieurs et assistants, qui ont opéré dans les conditions ordinaires de 1882 à 1894, et les reconnaissances photographiques des opérateurs canadiens en 1893 et 1894 y ont seules été utilisées.

» Mais les matériaux de même nature, recueillis en 1894 par M. Flemer, le seront à leur tour et l'U. S. Coast and geodetic Survey continue à en réunir d'autres. M. Andrew Braid, en effet, en me donnant des renseignements sur l'appareil adopté par son service, a bien voulu m'informer qu'un autre assistant, M. G. Welker, allait, cette année, l'employer à la reconnaissance du Portland Canal, Alaska.

» A côté des épreuves de M. Flemer, je présente celles que j'avais reçues antérieurement de M. E. Deville et qui ont été obtenues par M. Mac Arthur. On pourra, en examinant surtout ces dernières, se faire une idée des difficultés qu'avaient à vaincre les opérateurs dans un pays voisin du soixantième degré de latitude et au milieu de montagnes élevées, couvertes de glaciers d'une étendue incomparablement supérieure à nos très modestes glaciers des Pyrénées et même à ceux des Alpes.

» Il est bien probable que personne ne contestera la quasi-impossibilité d'opérer par les méthodes topographiques ordinaires dans de semblables conditions, mais l'Académie me permettra de profiter de cette occasion de

combattre une opinion trop souvent exprimée, à savoir : que la Photographie ne peut rendre de services que dans des circonstances analogues, c'est-à-dire tout à fait exceptionnelles.

» Il est bon sans doute de savoir que presque partout, autour de nous et plus loin encore, on est revenu ou l'on tend à revenir de ce préjugé.

» En Allemagne, d'abord, depuis assez longtemps déjà, les explorateurs, les archéologues et les architectes, sans parler des militaires, font un usage avantageux de la Photographie. Il me suffira de citer les noms de A. Jordan, qui a accompagné Rohlf en Lybie pendant l'hiver de 1873-74 et levé le plan de l'oasis de Gassr-Dachel à l'aide d'un petit nombre de vues photographiques, du D[r] Stolze qui faisait partie, en 1874, de l'expédition épigraphique et archéologique de F.-C. Andréas, en Perse, où il a levé photographiquement les ruines des vieilles capitales de Persépolis et de Pasargadœ, enfin de l'architecte Meydenbauer, pour qui le gouvernement prussien a créé un institut photogrammétrique spécial.

» En Autriche-Hongrie, les services publics avaient d'abord méconnu l'intérêt de cette question ; mais il y a déjà quatre ou cinq ans que la direction des chemins de fer de l'État autrichien, sollicitée par l'ingénieur en chef, M. Vincent Pollack, mit à sa disposition les ressources nécessaires pour entreprendre des essais qui ont donné immédiatement les plus intéressants résultats et déterminé tous les autres services et plusieurs savants professeurs à s'associer à ce mouvement.

» En Italie, l'Institut géographique, après quelques hésitations aussi, a fait entreprendre une nouvelle Carte des Alpes à l'échelle de $\frac{1}{50000}$, et depuis 1878 un ingénieur distingué, M. Paganini Pio, a exécuté plusieurs des parties les plus difficiles.

» Enfin, en Angleterre, en dehors des beaux travaux poursuivis dans la colonie du Canada avec la supériorité que nous sommes heureux de reconnaître hautement, la question est à l'ordre du jour, car elle figure dans le programme proposé aux personnes qui prendront part, cette année, au cinquième Congrès des Sciences géographiques qui se tiendra en juillet-août prochain, à Londres.

» Nous pourrions continuer cette énumération, mais nous nous bornerons à ajouter qu'en Europe, depuis la Suède jusqu'en Portugal, en Roumanie, en Grèce, et qu'en Amérique, depuis le Mexique jusqu'à la République argentine, on s'informe chez nous des moyens d'opérer les levers à l'aide de la Photographie et des instruments à employer.

» Je me hâte de reconnaître que nos explorateurs français ne restent pas

en arrière et que plusieurs d'entre eux s'ingénient à combiner des instruments à la fois exacts et portatifs. Ils y sont aidés par l'habileté de nos constructeurs et par les progrès journaliers de la Photographie, qui permettent, par exemple, de se contenter de très petites plaques que l'on agrandit plus tard sans aucune déformation des images. Telles sont celles dont MM. Vallot se sont servis avec la photo-jumelle de M. Carpentier et dont les superbes agrandissements ont été soumis par eux à l'Académie.

» En organisant si à propos des conférences pour les explorateurs, notre confrère M. Milne-Edwards m'aura beaucoup aidé, et je l'en remercie, à vulgariser une méthode que j'ai placée, il y a près de quarante ans, sous le patronage de l'Académie et qui ne peut plus tarder à se répandre, au grand avantage de nos hardis pionniers d'abord et, de proche en proche, de nos services publics et de nos grandes compagnies industrielles.

» Je crois utile, en terminant et pour répondre à l'avance à bien des objections, de citer le passage suivant d'un Mémoire publié en 1863, par l'ingénieur piémontais Porro, dont la principale invention, la Tachéométrie, est considérée aujourd'hui en France comme le dernier mot de l'art d'étudier le terrain. Voici ce passage :

» Ceux qui, pour les études d'un chemin de fer dans les Alpes ou les Apennins, auraient parcouru une seule fois, par exemple, les vallées du Tessin, du Blenio, de Campo et de la Cristallina, de Bellinzona à Dissentis, en employant cinq jours et un nombre peu embarrassant de glaces collodionnées, auraient recueilli cent fois plus d'éléments très fidèles et très exacts pour la rédaction et la discussion du projet de chemin de fer que n'avaient pu le faire avec un personnel nombreux, une grande dépense et une grande fatigue, en cinq mois de l'année 1845 — en employant le tachéomètre — les ingénieurs Carbonnazi et Porro (le soussigné) auxquels est due la première rédaction sérieuse de ce projet (1).

» Nous n'aurions peut-être jamais osé aller aussi loin que Porro, mais ce témoignage ne saurait être suspect et l'exemple de la délimitation de l'Alaska et de la Colombie anglaise est bien fait pour le confirmer. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : la Carte du Ciel de France (Paris), le 1er juillet à 10h du soir, par M. *Joseph Vinot*.

---

(1) Voir *Il Politecnico*, anno 1863; p. 709. Milano, Soldini.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1895. Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans trois Tableaux :

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques extrêmes d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour moyen et fraction de jour, T. civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en *millionièmes* de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenus dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches (en millionièmes de l'hémisphère).

» Le troisième, enfin, renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en *millièmes* de l'hémisphère.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
	Janvier 1895.	0,00.			
[1]28– 2	3	31,2	—15		14
[1] 5	1	31,8		+ 9	48
2	1	1,3		+15	4
2– 5	2	1,7	—10		12
28– 8	5	3,8		+17	142
2	1	4,7		+ 4	5
2	1	5,2	— 9		4
2–10	4	6,2		+10	115
2–12	5	6,6	—17		215
10–12	2	7,9		+11	64
10–12	2	9,6	—17		6
15	1	12,0		+13	4
8–18	6	12,4	—14		66
18	1	15,5		+15	11
15–18	3	16,8	—16		4
18	1	19,2	— 5		3
15	1	19,4		+19	5
15–25	5	19,5	—28		10
18–25	3	22,5		+10	12
	Janvier 1895 (suite).	0,00.			
18–29	6	23,9		+11	332
24	1	23,9	—21		1
24	1	25,6		+13	2
24– 1	7	26,3	—10		392
26	1	27,0		+19	9
26–29	2	27,8		+14	7
24– 2	8	28,5	—12		40
29– 2	4	29,2	— 3		29
29	1	29,9		+23	4
25	1	30,1		+14	3
25– 2	7	30,7	—18		205
25–31	3	30,8	— 8		10
	14 j.		—13°,4	+13°,9	
	Février 1895.	0,00.			
28– 2	5	1,0	—18		40
28– 2	5	1,4		+13	8
28– 8	7	3,4		+13	322

(1) Ces deux groupes sont à ajouter au Tableau de décembre 1894 (t. CXX, p. 252).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'obser-vations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Février (suite).	0,00.		
28- 2	5	3,5	−19		30
7- 8	2	5,0		+10	145
7- 8	2	8,2	− 8		5
2-14	5	8,4		+14	298
13	1	11,4	−17		5
14	1	12,5	−15		4
13-18	3	13,7		+13	13
13-20	5	15,3	−10		121
13-19	4	15,9	−19		40
18-23	5	19,7		+ 6	47
14-23	6	20,8	−10		174
18-28	7	22,6	−12		91
18- 1	8	24,2	− 5		57
1	1	25,5	− 6		8
22-28	4	26,7		+ 9	38
27- 4	4	27,2	−21		16
4- 5	2	27,3	− 2		54
22- 6	8	28,4		+12	206
	13 j.		−12°,5	+11°,3	
		Mars 1895.	0,00.		
27-28	2	1,0	−20		5
27- 4	4	2,0	− 6		6
27- 7	7	2,1		+12	159
		Mars 1895	0,00 (suite).		
27- 1	3	3,2	−23		5
27- 9	9	3,9	− 5		213
4	1	7,0	−10		2
1- 8	6	7,5		+19	69
13	1	10,5	−17		95
13	1	10,7	−11		64
5-18	7	12,0		+14	428
18-19	2	13,1		+20	492
9	1	14,9		+20	32
13-22	4	16,6		+ 4	150
18	1	16,6	−21		2
13-19	3	18,1		+ 8	10
18-23	3	18,8		+14	36
25	1	19,5	−12		37
18	1	19,8	− 1		2
18-26	6	20,0	−10		468
23	1	23,3	−16		8
19-29	6	23,8	− 5		191
29	1	25,6		+13	3
26- 1	2	29,4		+19	5
25-26	2	29,6		+13	20
26- 5	8	30,6		+18	253
29- 2	4	31,4	− 7		51
	16 j.		−11°,7	+14°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud.						Nord.							
	90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier	»	»	2	6	6	14	15	3	11	1	»	»	29	1716
Février	»	»	1	6	6	13	8	3	5	»	»	»	21	1722
Mars.......	»	»	2	5	7	14	12	2	10	»	»	»	26	2806
Totaux ..	»	»	5	17	19	41	35	8	26	1	»	»	76	6244

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud.						Nord.							
	90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Janvier	»	»	6	10	2	18	20	5	14	»	1	»	38	53,5
Février	1	1	2	7	5	16	13	3	8	2	»	»	29	42,9
Mars	»	1	7	6	9	23	18	2	13	3	»	»	41	52,5
Totaux...	1	2	15	23	16	57	51	10	35	5	1	»	108	148,9

» De leur examen nous tirons les remarques qui suivent :

» *Taches.* — En 43 jours d'observation, on a noté, dans le premier trimestre de 1895, 76 groupes de taches représentant une surface totale de 6244 millionièmes de l'hémisphère solaire. Dans le quatrième trimestre de l'année 1894, l'observation avait donné 106 groupes avec une surface

totale de 5270 millionièmes. Le nombre de groupes de taches a donc beaucoup diminué, mais cependant leur étendue superficielle totale a augmenté : ceci s'explique par le nombre plus grand de groupes ayant une certaine importance, bien que le nombre des taches dont le développement a été assez considérable pour qu'elles deviennent *visibles à l'œil nu* soit le même. Nous en avons observé trois de cette façon, comprises dans les groupes suivants du Tableau I : février 3,4 à $+13°$; février 28,4 à $+12°$; mars 20,0 à $-10°$ (date de passage au méridien central et latitude); soit deux au nord et une au sud de l'équateur. Il y a lieu de remarquer que les trois grands groupes du trimestre précédent étaient tous dans l'hémisphère austral, et que dans aucun des jours d'observation le Soleil n'a été vu sans taches.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules continuent à diminuer en nombre et en étendue. On a, en effet, trouvé dans ce trimestre 57 groupes au lieu de 65 dans l'hémisphère sud, et 51 au lieu de 65 dans l'autre hémisphère, soit au total 108 groupes avec une surface de 148,9 millièmes, au lieu de 130 groupes et une surface de 177,1 millièmes observés dans le dernier trimestre de 1894. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les courbes algébriques à torsion constante et sur les surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère.* Note de M. E. COSSERAT, présentée par M. Darboux.

« Dans un Mémoire intéressant, inséré en 1890 dans les *Annales de l'École Normale supérieure,* M. Maurice Fouché a montré que la recherche des courbes algébriques à torsion constante revient à la détermination de deux fonctions algébriques v et $f(u)$ d'une variable u vérifiant la relation

$$\frac{4v'}{(u-v)^2} = f'''(u). \tag{1}$$

» Il est utile de remarquer que ce résultat trouve sa véritable origine dans cette proposition que la détermination des surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère revient à la recherche des courbes algébriques à torsion constante.

» Les formules bien connues

$$\begin{cases} dx = \tau(c''dc' - c'\,dc''), \\ dy = \tau(c\,dc'' - c''dc), \\ dz = \tau(c'dc - c\,dc'), \end{cases} \tag{2}$$

qui déterminent les coordonnées rectangulaires x, y, z d'un point d'une courbe à torsion constante, pour laquelle c, c', c'' désignent les cosinus directeurs de la binormale, montrent que les deux points dont les coordonnées sont respectivement

$$x_1 = c + \frac{ix}{\tau}, \qquad y_1 = c' + \frac{iy}{\tau}, \qquad z_1 = c'' + \frac{iz}{\tau},$$

et

$$x_2 = c - \frac{ix}{\tau}, \qquad y_2 = c' - \frac{iy}{\tau}, \qquad z_2 = c'' - \frac{iz}{\tau},$$

décrivent des courbes minima.

» La surface minima décrite par le milieu de la droite qui joint deux points quelconques de ces courbes minima est évidemment tangente à la sphère d'équation

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

tout le long de la courbe décrite par le point de coordonnées c, c', c''.

» Si la courbe à torsion constante est algébrique, il en est de même de la surface minima; et l'on voit immédiatement qu'on peut, de cette façon, obtenir toutes les surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère.

» Il est facile de montrer que le résultat obtenu par M. Fouché résulte immédiatement de la considération de l'une des courbes minima qui viennent d'être introduites; nous aurons, en effet, toutes les courbes algébriques à torsion constante en déterminant une fonction algébrique v de u telle qu'en prenant

$$(3) \qquad c = \frac{1 - uv}{u - v}, \qquad c' = \frac{i(1 + uv)}{u - v}, \qquad c'' = \frac{u + v}{u - v},$$

les formules (2), où τ est une constante, définissent une courbe algébrique; mais cette condition revient évidemment à dire que le point (x_1, y_1, z_1) défini par les formules

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} dx_1 &= \frac{2(1 - u^2)\,dv}{(u - v)^2}, \\ dy_1 &= \frac{2\,i(1 + u^2)\,dv}{(u - v)^2}, \\ dz_1 &= \frac{4u\,dv}{(u - v)^2}, \end{aligned} \right.$$

doit décrire une courbe minima algébrique.

» Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que dans l'équation du plan

osculateur de cette dernière courbe, savoir :

$$(5) \qquad (1-u^2)x + i(1+u^2)y + 2uz + 2f(u) = 0,$$

la fonction $f(u)$ soit algébrique; or, si l'on substitue à x_1, y_1, z_1, dans les formules (4), les coordonnées du point de l'arête de rebroussement de la développable dont le plan tangent est défini par la formule (5), on trouve, pour la condition évidemment unique, la relation (1) de M. Fouché.

» On peut donc dire que si l'on sait déterminer, de la façon la plus générale, deux fonctions algébriques v et $f(u)$ de u vérifiant la relation (1), on aura toutes les courbes algébriques à torsion constante par les formules

$$c + \frac{ix}{\tau} = \frac{1-u^2}{2} f''(u) + u f'(u) - f(u),$$
$$c' + \frac{iy}{\tau} = i\frac{1+u^2}{2} f''(u) - iu f'(u) + i f(u),$$
$$c'' + \frac{iz}{\tau} = u f''(u) \quad - f'(u),$$

où c, c', c'' doivent être remplacés par leurs valeurs (3), et qui, résolues par rapport à x, y, z, ne diffèrent pas de celles données par M. Fouché.

» Les indications qui précèdent donnent lieu à différents développements de Géométrie; nous nous contenterons ici d'en tirer cette conséquence que l'on connaît actuellement une infinité de surfaces minima algébriques inscrites dans une sphère; nous nous proposons de consacrer à celles de ces surfaces qui sont réelles un Chapitre d'un travail sur les surfaces minima. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Nouveaux théorèmes d'Arithmétique.* Note du P. **Pépin**, présentée par M. Jordan.

« Les théorèmes suivants sont une suite de ceux que l'Académie a bien voulu accueillir dans sa séance du 13 août 1894.

» 1. Dans la suite indéfinie des carrés, il est impossible d'en trouver un qui devienne un cube lorsqu'on lui ajoute l'un des nombres suivants :

» 5, 6, 10, 12, 14, 17, 21, 30, 33, 34, 37, 41, 42, 46, 57, 58, 62, 65, 66, 69, 70, 73, 77, 78, 82, 85, 86, 90, 93, 94, 97, 98.

» 2. Qu'on ajoute successivement les carrés pairs 4, 16, 36, etc., à l'un des nombres 7, 15, 39, 47, 55, 63, 71, 79, aucune des sommes obtenues ne sera égale à un cube.

» 3. Le seul carré qui devienne un cube, lorsqu'on lui ajoute 44, est 81, qui devient par cette addition le cube de 5.

» 4. Le seul carré qui devienne un cube, lorsqu'on lui ajoute 11 fois le carré de 29 est 2916, qui devient par cette addition le cube de 23.

» 5. Le carré 196 est le seul carré qui devienne un cube par l'addition du nombre 3179; il devient alors le cube de 15.

» 6. Si l'on ajoute 11 fois le carré de 37 à chacun des carrés 1, 4, 9, etc, une seule des sommes obtenues est égale à un cube, savoir

$$(58)^2 + 11(37)^2 = (59)^3.$$

» 7. Le seul carré qui devienne un cube lorsqu'on lui ajoute 11 fois le carré de 97 est 324, qui devient par cette addition le cube de 47.

» 8. Désignons par a l'un des nombres premiers 17, 29, 83, 107, 197, 233, 359, 827, 1217, 1487, 1583, 1889, 1997, 2339, 2459, 2837, 2969, 3527, 4787, 5309, 6047, 6833, 7883, 9479, 9719. Si l'on ajoute 11 fois le carré a^2 successivement à tous les carrés, une seule des sommes obtenues est égale à un cube.

» Ainsi, par exemple, le carré de 360 est le seul carré qui devienne un cube lorsqu'on lui ajoute 11 fois le carré de 83; il devient par cette addition le cube de 59.

» Dans la suite indéfinie des carrés, il y en a un, mais un seul, qui devient un cube lorsqu'on lui ajoute 11 fois le carré de 107. Ce carré est celui de 544, qui devient par cette addition le cube de 75.

» 9. Désignons par a l'un des nombres premiers inférieurs à 1000, renfermés dans les formules $22l + (7, 13, 17, 19, 21)$, sans être égal à l'un des nombres énumérés dans le théorème précédent. Il n'existe aucun carré qui devienne un cube lorsqu'on lui ajoute 11 fois le carré a^2.

» Nous donnerons une idée de l'étendue de ce théorème en indiquant ceux des nombres inférieurs à 400 auxquels il s'applique, savoir : 7, 13, 19, 41, 43, 61, 73, 79, 101, 109, 127, 131, 139, 151, 167, 173, 193, 227, 239, 241, 263, 271, 277, 281, 283, 293, 307, 337, 347, 349, 373. Pour chacun de ces nombres, on peut énoncer un théorème semblable aux suivants :

» 10. Si l'on ajoute successivement les carrés 1, 4, 9, 16, etc. au nombre 539, aucune des sommes obtenues n'est égale à un cube.

» 11. On ne peut obtenir aucun cube en ajoutant 1859 à un carré.

» 12. Qu'on ajoute successivement tous les carrés au nombre 3971; aucune des sommes n'est égale à un cube.

» Les nombres renfermés dans les formules $22l+(1, 3, 5, 9, 15)$ donnent lieu à des théorèmes semblables aux précédents; mais pour quelques-uns, il est nécessaire d'exprimer que les deux carrés doivent être premiers entre eux.

» 13. Désignons par a l'un des nombres 3, 5, 23, 31, 59, 67, 71, 89, 113, 131, 137, 157, 179, 223, 229, 251, 313, 317, 331, 353, 367, 379, 383, 389, 407, 433, 443, 449, 463, 467, 487, 507, 521, 529, 537, 577, 619, 631, 643, 653, 661, 691. Il est impossible d'obtenir un cube en ajoutant 11 fois le carré a^2 à un autre carré.

» 14. Dans la suite indéfinie des carrés, le carré de 248 est le seul qui devienne un cube, quand on lui ajoute 11 fois le carré de 181; il devient par cette addition le cube de 75.

» 15. Désignons par a l'un des nombres premiers 47, 421, 757, 1609, 2017, 2161, 2341, 2689, 3061, 3457, 3877, 4789, 5281, 6337, 7489, 8101, 8737. Parmi les carrés non divisibles par a, il en existe un, mais un seul qui devient un cube, quand on lui ajoute 11 fois le carré a^2.

» 16. Désignons par a un nombre premier inférieur à 10000, renfermé dans les formules $22l+(1, 3, 5, 9, 15)$, sans figurer parmi les nombres énumérés dans le théorème précédent, et sans être égal à l'un des trois nombres 37, 97, 181. Il est impossible de trouver un carré premier avec a, qui devienne un cube quand on lui ajoute 11 fois le carré a^2.

» 17. Désignons par a l'un des nombres 89, 173, 281, 331, 559, 955, 1181, 1433, 1709, 2333, 3449, 5273, 6329, 7481, 8093. Pour chacun de ces nombres, il existe un carré, mais un seul, qui devient un cube quand on lui ajoute 19 fois le carré a^2.

» Par exemple, si l'on ajoute 19 fois le carré de 89 au carré de 126, on obtient le cube de 55; mais il est impossible d'obtenir un cube en faisant la même addition à un autre carré.

» Le carré de 56 est le seul carré qui devienne un cube, quand on lui ajoute 19 fois le carré de 173; il devient par cette addition le cube de 83.

» 18. Désignons par a l'un des nombres premiers, inférieurs à 10000, renfermés dans les formules $38l+(3, 13, 15, 21, 27, 29, 31, 33, 37)$, sans être égal à 29 ni à l'un des nombres énumérés dans le théorème précédent. Il est impossible de trouver un carré qui devienne un cube lorsqu'on lui ajoute 19 fois le carré a^2. »

MÉCANIQUE. — *Sur un système explosif propre à mettre en évidence la rotation du globe terrestre.* Note de M. **Jules Andrade.**

« 1. L'idée de demander à un système explosif une preuve expérimentale de la rotation de la Terre appartient à Poinsot (*Comptes rendus* pour 1851).

» Il me semble toutefois que le calcul du profond géomètre n'est pas tout à fait exact. La manière dont l'explosion est produite a une influence, que l'on peut d'ailleurs diriger et qui permet d'indiquer un type d'expérience propre à déterminer non seulement la colatitude, mais encore la direction du méridien.

» 2. En effet, considérons avec Poinsot un système S qui aurait une complète liberté de se mouvoir autour de la verticale.

» Le système S est d'abord en repos relatif à la surface de la Terre, en un lieu de colatitude λ.

» Une explosion interne se produit dans le système qui se rigidifie à nouveau et l'on demande la rotation que ce nouveau système va prendre autour de la verticale.

» Pour étudier le système dans son mouvement relatif, adoptons un axe Oz, dirigé suivant la verticale ascendante; un axe Ox, dirigé suivant la direction sud de la méridienne; un axe Oy dirigé vers l'ouest.

» Les composantes de la rotation du globe changée de signe sont :

$$p = -\omega\sin\lambda,$$
$$q = 0,$$
$$r = \omega\cos\lambda,$$

et, par suite, les composantes de l'accélération apparente de Coriolis, γ, sont :

$$\gamma_x = -2r\frac{dy}{dt},$$
$$\gamma_y = 2r\frac{dx}{dt} - 2p\frac{dz}{dt},$$
$$\gamma_z = 2p\frac{dy}{dt},$$

d'où l'on déduit, en appliquant le théorème des moments par rapport à la

verticale,

$$\Sigma m\left(x\frac{d^2y}{dt^2}-y\frac{d^2x}{dt^2}\right)=2r\Sigma m\left(x\frac{dx}{dt}+y\frac{dy}{dt}\right)-2p\,\Sigma mx\frac{dz}{dt}+\mathfrak{M},$$

$\mathfrak{M}$ désignant le moment négligeable des variations de la gravité, relatives aux diverses particules.

Soient

A le moment d'inertie du système S avant l'explosion, autour de Oz;
A' le moment d'inertie relativement au même axe après l'explosion;
φ la vitesse de rotation (à droite) du système après l'explosion.

» Nous tirons de l'équation précédente, intégrée pendant l'explosion, celle-ci :

$$(1)\qquad A'\varphi=r(A'-A)-p\Sigma m\int 2x\frac{dz}{dt}dt.$$

Le second terme du second membre de cette équation ne figure pas dans le résultat de Poinsot.

» Ce terme, d'ailleurs, serait égal à zéro pour toute explosion qui admettrait l'axe vertical comme axe de symétrie, ce qui était bien le cas dans l'exemple du ressort coudé proposé par Poinsot.

» 3. On peut modifier un peu le type de l'expérience proposée par Poinsot. Imaginons deux masses m et m' fixées aux extrémités d'un ressort spiral situé dans un plan passant par l'axe et symétrique, non pas par rapport à l'axe, mais par *rapport à un point* de l'axe.

» Le ressort venant à s'ouvrir, les masses m et m' s'éloignent de l'axe, mais l'une en s'abaissant, l'autre en s'élevant; ce qui permet à l'intégrale $\Sigma\int 2x\,dz$ d'acquérir une valeur sensible.

» Il est intéressant alors d'observer qu'on est ici maître du signe du terme $\Sigma\int 2x\,dz$, car une rotation de 180° de l'appareil change le signe de ce terme; ce terme est encore nul lorsque le plan du ressort est perpendiculaire au méridien.

» 4. Les combinaisons expérimentales qui pourraient être réalisées le plus aisément par l'emploi de ressorts consisteraient à produire une dilatation du système $A'>A$. Quoique sans doute plus difficile à réaliser, la disposition contraire présenterait un grand intérêt; car si la condensation du système pouvait rendre A' petit vis-à-vis de A, la vitesse de rotation φ pourrait acquérir une valeur absolue bien plus sensible, une condensation

de $\frac{9}{10}$ transformerait la durée de vingt-quatre heures de la rotation du globe en une durée de rotation d'un appareil égale à environ un quart d'heure. »

SPECTROSCOPIE. — *Étude spectrale des charbons du four électrique.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Moissan.

« M. Moissan a annoncé récemment (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1245) que les charbons de l'arc, dans son four électrique, sont purifiés par le passage des courants de grande intensité, et sont débarrassés des matières étrangères qu'ils contiennent toujours en proportions notables ([1]).

» Or on sait qu'il est très difficile de purifier le charbon par voie chimique. Cette propriété du four électrique est donc importante; et en particulier elle intéresse les spectroscopistes qui, dans les recherches d'analyse qualitative, emploient souvent des électrodes de charbon aussi pur que possible. C'est ainsi que j'ai été conduit à faire l'étude spectrale des charbons du four électrique, pour reconnaître, d'une part, leur valeur dans l'analyse et, d'autre part, le spectre complet du carbone pur ([2]).

» M. Moissan ayant mis à ma disposition deux pôles de charbon, un positif et un négatif (longs de $0^m,20$ et larges de $0^m,05$) qui avaient servi à ses expériences, j'ai prélevé sur chaque pôle de petits morceaux de charbon, à des distances variables de l'arc (0,15, 0,10, 0,05, 0,01). Or, les morceaux les plus éloignés de l'arc montrent encore les raies des impuretés ordinaires du charbon qui sont les métaux alcalins et alcalino-terreux, avec le cuivre, le fer, le silicium; mais lorsque l'on se rapproche de l'arc, les raies des impuretés diminuent peu à peu et finalement disparaissent; il faut excepter seulement les raies du calcium qui, bien que très réduites, sont toujours visibles; ce fait étant dû au voisinage des parois en chaux du four, qui sont elles-mêmes volatilisées en partie avec les courants très intenses.

» La purification du charbon semble tenir à une cause purement physique; les matières étrangères, beaucoup plus volatiles que le charbon, se dégagent sous forme de vapeur. En fait, les parties les plus pures des deux pôles sont les champignons, qui se forment au pôle négatif par le

---

([1]) Les charbons sont en même temps aussi transformés en graphite.

([2]) Ce travail a été fait avec le concours de mon assistant, M. Ferdinand Mittau.

transport du pôle positif au pôle opposé. C'est avec un de ces champignons qu'on a relevé le spectre suivant du carbone, qui contient moins de raies que les spectres similaires publiés par MM. Liveing et Dewar, Hartley et Adeney, Eder et Valenta ([1]) :

Intensités.	Longueurs d'onde.	Intensités.	Longueurs d'onde.
8	426,70	4	274,75
5	392,17 } ([2])	3	264,12
4	391,97 } ([2])		
2	316,83 ? } ([3])	8	251,19
1	316,57 ? } ([3])		
2	299,34	8	250,79
1	296,77	10	247,88
8	283,75	8	229,70
8	283,64		

ACOUSTIQUE. — *Sur des flammes sensibles*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. Si par un orifice circulaire de 1 à 2^{mm} de diamètre, percé ou non en mince paroi, on laisse échapper un jet de gaz, on peut, en réglant convenablement la pression, obtenir une flamme de 40 à 60^{cm} de haut, à peu près tranquille, mais prête à ronfler. Une telle flamme (flamme des voyelles de Tyndall) est instable et peut être excitée par divers procédés, l'accroissement de pression, l'introduction au-dessus de l'orifice d'un ajutage de 1 à 2^{cm} de diamètre, l'insufflation par un orifice concentrique capillaire de minimes quantités d'air, enfin la production d'un son aigu.

» Quel que soit le mode d'excitation adopté, la flamme ronflante jouit toujours de propriétés identiques. Sa base ne diffère pas de celle de la flamme tranquille : elle est surmontée d'un gros panache brillant, qui se résout dans un miroir tournant en bandes brillantes irrégulières, effilées vers leur extrémité inférieure. Si l'on rend la base de la flamme visible dans le miroir tournant (par exemple en écrasant sur elle une petite

([1]) Le Tableau ne comprend que les raies photographiables avec les plaques ordinaires, de la longueur d'onde 480 à la longueur d'onde 220. Les intensités sont comptées de 1 à 10, 10 étant la plus forte.

([2]) La raie marquée ici double a été indiquée jusqu'à présent comme simple.

([3]) Il est douteux que ces deux raies appartiennent au carbone pur.

flamme auxiliaire), il est impossible d'y distinguer des traces quelconques de stries.

» 2. Quand on produit l'excitation de la flamme à l'aide d'une sirène, on constate que l'excitation commence pour un son d'acuité déterminée, mais qu'elle persiste jusqu'à la limite des sons aigus qu'on peut tirer de l'instrument. L'excitation dure autant que le son et cesse avec lui. Elle n'est empêchée ni par un tube de 3 à 4^{cm} de diamètre enveloppant complètement la flamme, ni même par la suppression à l'aide d'une toile métallique de toute la partie de la flamme qui deviendra le panache. Ces phénomènes conservent leurs caractères essentiels quelles que soient la longueur ou la forme du tube qui amène le gaz, les irrégularités de l'orifice, etc., pourvu que la flamme ne rende pas d'elle-même un son musical déterminé.

» Si l'on promène une toile métallique à travers la flamme ronflante, excitée par un procédé quelconque, elle ne rend aucun son dans la base tranquille de la flamme jusqu'à un certain niveau a susceptible d'être fixé avec assez de précision. Au-dessus et jusqu'à la base b du panache, elle fait entendre un sifflement particulier très net, et très propre à exciter une autre flamme prête à ronfler.

» Une petite flamme placée au voisinage ou au contact de la partie tranquille d'une flamme ronflante, au-dessous de a, ne révèle aucune agitation de l'air, mais tremble au-dessus de a. De même, si l'on puise du gaz combustible dans l'axe de la flamme ronflante par un tube capillaire de cuivre pq, la petite flamme allumée à l'extrémité q extérieure est parfaitement tranquille, si p est au-dessous de a, agitée jusqu'à s'éteindre d'elle-même si l'on élève p progressivement de a en b.

» 3. Pour expliquer les propriétés de ces flammes, il est impossible de considérer soit le tube, soit la flamme comme un résonateur déterminé. On n'observe dans la flamme ni nœuds, ni ventres de vibration, et l'orifice n'est le siège d'aucun mouvement vibratoire appréciable. On peut produire artificiellement des pulsations périodiques à l'orifice, par exemple en faisant arriver le gaz à travers l'embouchure d'un tuyau à anche : l'aspect, les propriétés de la flamme diffèrent absolument de celles des flammes ronflantes. Quand on rend visible la base bleue de ces flammes pulsantes, on voit dans le miroir tournant des bandes fines et parfaitement régulières *qui partent de l'orifice* et n'atteignent pas toujours le sommet de la flamme, tandis que les bandes irrégulières des flammes ronflantes *prennent naissance dans la région ab* et se prolongent jusqu'au sommet.

» 4. J'admettrai :

» 1° Que sur la périphérie de la région troublée ab le mélange de gaz et d'air se fait d'une manière irrégulière et que des portions très petites du mélange peuvent échapper à la combustion immédiate ;

» 2° Que la production d'un son facilite l'explosion d'un mélange, si la période du son est suffisamment voisine de celle du bruit explosif.

» La première proposition se justifie par l'apparence même des flammes prêtes à ronfler : on voit fréquemment, surtout avec les tubes larges, des filets lumineux prendre naissance au-dessus de ab et en dehors de la flamme principale. Toutes les conditions qui, en dehors de l'excitation sonore, rendent la flamme ronflante (1), favorisent visiblement la production irrégulière de mélanges explosifs.

» Si l'on admet la seconde proposition, on expliquera ce résultat de l'expérience qu'il n'y a pas de limite supérieure à l'acuité des sons qui font ronfler une flamme donnée. Le bruit de l'explosion est en effet d'autant plus aigu que le volume du mélange est plus faible, et il n'y a pas de limite à la petitesse du volume des mélanges qui peuvent échapper à la combustion. On comprendra aussi pourquoi la flamme répond par un sifflement de la toile métallique à un son pur quelconque qui l'excite : la déformation de la flamme résultant de la première explosion donne en effet naissance à des mélanges dont le volume et le bruit explosif sont arbitraires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés physiques de l'acétylène; hydrate d'acétylène*. Note de M. P. VILLARD (2).

« L'acétylène dont je me suis servi a été préparé suivant le procédé indiqué par M. Moissan (3). Le gaz ainsi obtenu est presque totalement absorbable par le réactif connu, et sa liquéfaction s'effectue sous une pression presque constante. Néanmoins, quand cela était nécessaire, j'ai purifié l'acétylène par une méthode analogue à celle que j'ai indiquée pour d'autres gaz (4).

» I. *Propriétés physiques de l'acétylène.* — Se comportant sous ce rapport comme l'acide carbonique, l'acétylène se solidifie par évaporation à

---

(1) Voir ci-dessus, premier alinéa.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(3) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501; mars 1894.

(4) *Ibid.*, t. CXVIII, p. 1096 (mai 1894). — *Journal de Physique*, t. III, 3e série; octobre 1894.

l'air libre, autrement dit, à sa température d'ébullition sous la pression ordinaire (−85°), il est à l'état solide; son point de fusion est situé à −81°.

» Les forces élastiques maxima ont été mesurées au moyen d'une colonne de mercure au-dessous de −60°; au-dessus de ce point, j'ai employé un grand manomètre métallique de très faible capacité, étalonné sur le manomètre à azote antérieurement décrit (¹). Celui-ci a été gradué par un procédé qui équivaut à la comparaison avec un manomètre à air libre. L'acétylène purifié était contenu dans un tube large, et son poids était d'environ 3gr. Aux basses températures, le thermomètre était enfermé dans le tube même; mais, au-dessus de −80°, il est préférable de le laisser en dehors afin de pouvoir agiter fortement le gaz liquéfié et assurer ainsi l'établissement de la force élastique maxima. Plusieurs séries d'expériences ont été faites. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Températures.	Pressions.	Températures.	Pressions.
°	atm	°	atm
−90 (acétylène solide)	0,69	−23,8	13,2
−85	1,00	0	26,05
−81 (point de fusion)	1,25	+ 5,8	30,3
−70 (acétylène liq.)	2,22	+11,5	34,8
−60	3,55	+15,0	37,9
−50	5,3	+20,2	42,8
−40	7,7	»	»

» Ces pressions sont un peu supérieures à celles qu'indique M. Ansdell (²). Or, toutes les séries de mesures que j'ai effectuées ont donné des résultats concordants, même avec des échantillons de gaz différents : à une même température, j'ai constamment retrouvé la même pression, et en laissant dégager les deux tiers de l'acétylène en expérience, la force élastique n'a pas varié, ce qui permet d'admettre qu'aucune trace d'air ou de gaz difficilement liquéfiable n'ajoutait sa pression à celle de la vapeur saturée.

» L'écart que je signale peut s'expliquer par la présence, dans l'acétylène employé par le physicien anglais, d'un produit facilement condensable, probablement de l'éthylène chloré (³). J'ai moi-même constaté que le gaz préparé par l'action de l'acide chlorhydrique étendu sur l'acétylure cuivreux donne un peu d'acide chlorhydrique en brûlant dans l'oxygène. La dessiccation sur le chlorure de calcium peut également introduire des impuretés. Enfin je dois signaler ce fait que l'acétylène provenant de l'acé-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1124; mai 1893.
(²) *Proceed. of the Roy. Soc. of London*, t. XXIX, p. 209; 1879.
(³) *Graham-Otto's Lehrbuch der anorg. Chem.*, t. II, 2e série, p. 757.

tylure cuivreux noircit la potasse fondue : il n'en est pas ainsi avec le gaz fourni par le carbure de calcium.

» La présence, même en petite quantité, d'un composé facilement condensable conduira évidemment à trouver des valeurs trop faibles pour la tension de vapeur, surtout si la pression notée est celle sous laquelle commence la liquéfaction.

» Les cristaux d'acétylène solide, comme aussi ceux d'acide carbonique, paraissent absolument sans action sur la lumière polarisée, même avec l'addition d'un quartz teinte sensible.

» En vue d'étudier l'hydrate d'acétylène, j'ai mesuré la solubilité du gaz à 0°, sous une pression de $4^{atm},65$. Le coefficient de solubilité a été trouvé égal à 1,6 dans ces conditions.

» *Hydrate d'acétylène.* — Ce composé a été signalé en 1878 par M. Cailletet ([1]). J'ai également indiqué son existence en 1888, sans avoir eu connaissance des expériences faites par l'auteur précédent ([2]).

» L'hydrate d'acétylène se forme dans les mêmes conditions que celui de protoxyde d'azote ou d'acide carbonique ([3]); il est comme eux plus dense que l'eau et ses cristaux sont de même sans action sur la lumière polarisée.

» Il présente les tensions de dissociation suivantes :

Températures.	Pressions.
°	atm
0	5,75
+ 4,6	9,4
+ 7,0	12,0
+ 9,6	16,4
+15,0	33,0

» A + 16°, la tension de l'hydrate est égale à celle du gaz liquéfié humide.

» L'acétylène ne se combine pas avec la glace, et son hydrate ne se décompose pas sensiblement sous la pression ordinaire au-dessous de — 0°,5, température de fusion de l'eau saturée de gaz sous pression. Une tension de dissociation serait facile à constater vers — 1°, elle atteindrait environ 5^{atm}.

» Pour trouver la composition de l'hydrate d'acétylène, j'ai laissé en contact pendant plusieurs jours, dans un tube scellé maintenu vers 0°, un poids connu d'eau et un excès d'acétylène liquide. Un refroidissement à — 60° permettait de laisser sortir l'excès de gaz sans décomposer l'hydrate.

([1]) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 4e série, t. XXVII, p. 89.
([2]) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1602; juin 1888.
([3]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 368; août 1894.

Le tube était alors fermé; il ne contenait que l'hydrate sec et quelques centimètres cubes de gaz à $-60°$ sous la pression ordinaire. Déterminant ensuite la perte de poids produite par la décomposition des cristaux, on avait, toutes corrections faites, les données nécessaires pour établir la composition cherchée. J'ai trouvé ainsi 5,95 molécules d'eau pour 1 molécule d'acétylène.

» Une seconde expérience, faite avec le gaz provenant de l'acétylure cuivreux, a donné 5,91. J'ai admis que la composition de l'hydrate pouvait être représentée par la formule

$$C^2H^2, 6H^2O.$$

» Ce résultat confirme la loi que j'avais énoncée au sujet des composés de ce genre (*loc. cit.*).

» La chaleur de combinaison de l'eau liquide avec le gaz a été mesurée au calorimètre Bunsen comme pour le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique. J'ai trouvé ainsi que 1^{gr} d'eau se transformant en hydrate dégageait $0^{cal},143$, soit $15^{cal},4$ pour une molécule du composé. Ce nombre se rapproche beaucoup de celui que j'ai obtenu avec le protoxyde d'azote et l'acide carbonique, soit $15^{cal},0$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation synthétique d'alcools nitrés.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« Au cours de mes recherches sur les dérivés mono-carbonés, mon attention a été appelée sur le *nitro-méthane* $H^3C - AzO^2$, le plus simple et le type des hydrocarbures nitrés. Ce corps est analogue à l'acide cyanhydrique $HC \equiv Az$ sous divers rapports et notamment par le caractère basique que possède un de ses trois atomes d'hydrogène. Or l'acide cyanhydrique se fait remarquer par la facilité avec laquelle il s'ajoute aux *aldéhydes* et aux *cétones* pour former des *nitriles-alcools*.

» Me fondant sur l'analogie fonctionnelle de ces deux composés mono-carbonés, j'ai pensé que le *nitro-méthane* jouirait du même pouvoir additionnel et pourrait aussi se fixer sur les *aldéhydes* et les *cétones* pour former des *alcools nitrés* renfermant le système général $\begin{array}{c} H^2C - AzO^2 \\ | \\ -C - OH \\ | \end{array}$, *primaire*

$$\begin{array}{l} H^2C - AzO^2 \\ | \\ H^2C - OH \end{array}, \text{ secondaire } \begin{array}{l} H^2C - AzO^2 \\ \ \ \ \ | \\ H\ C - OH \\ \ \ \ \ | \end{array}, \text{ ou tertiaire } \begin{array}{l} H^2C - AzO^2 \\ \ \ \ \ | \\ \ \ \ \ C - OH \\ \ \ \ \wedge \end{array}.$$

» On sait que les alcools nitrés constituent, parmi les corps à fonctions

multiples, une classe des moins connues aujourd'hui, du moins dans le groupe aliphatique ([1]).

» L'expérience a pleinement confirmé mes prévisions, quant aux aldéhydes.

» J'examinerai spécialement ce qui concerne *l'éthanal* $H^3C - CHO$.

» Le nitro-méthane et l'éthanal se dissolvent l'un dans l'autre sans manifester aucun indice de réaction. Ni le temps, ni la chaleur ne modifient cette inertie apparente; mais l'introduction dans la masse liquide d'un petit fragment de potasse caustique y détermine, presque instantanément, une réaction violente; le liquide s'échauffe vivement et entre en ébullition.

» L'action du carbonate bi-potassique est moins rapide et moins intense.

» C'est ce sel que j'ai employé comme agent excitateur dans la préparation de *l'alcool nitro-isopropylique* $H^3C - CH(OH) - CH^2(AzO^2)$. Celle-ci est des plus simples.

» On fait un mélange équimoléculaire d'*éthanal* et de *nitro-méthane*. On en prélève des portions de 30^{gr} à 100^{gr} auxquelles on ajoute environ leur volume d'eau. On y introduit quelques fragments de carbonate bi-potassique. La réaction ne tarde pas à s'établir et la masse, que l'on agite, à s'échauffer; le thermomètre s'élève jusque vers 70°. Le liquide aldéhydique, qui d'abord surnage, entre en dissolution dès que la température atteint environ 40°. La liqueur, refroidie, est devenue quelque peu épaisse, tout en restant incolore. On extrait le produit dissous par l'éther et, après expulsion de celui-ci, on rectifie sous pression réduite. L'*alcool isopropylique mono-nitré* $CH^3 - CH(OH) - CH^2(AzO^2)$ ainsi obtenu est le produit de l'addition intégrale du *nitro-méthane* $H^3C - AzO^2$ à l'*éthanal* $H^3C - CHO$. C'est un liquide incolore, limpide, quelque peu épais, faiblement odorant, d'une saveur intense, *sui generis*, à la fois amère et alliacée, nauséabonde. Sa densité à 18° est égale à 1,1910. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acétone, etc. Refroidi vers − 60°, dans un mélange de neige carbonique et d'éther, il se prend d'abord en une masse amorphe transparente qui, plus tard, devient cristalline en subissant un retrait considérable. Son point de fusion paraît être situé vers − 20°. Il bout, sans se décomposer, sous la pression de 30^{mm}, à 112°. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,58. La densité calculée est 3,62.

» Ce corps, dont je n'ai pu d'ailleurs faire jusqu'ici qu'une étude superficielle, présente les propriétés des *alcools* et des *dérivés nitrés*. Le carbonate bi-potassique le fait sortir de sa solution dans l'eau sous forme d'huile

---

([1]) *Voir*, en ce qui concerne l'alcool nitro-éthylique, V. Meyer et Demuth (*Ann.*, t. CCLVI, p. 28; 1889).

surnageante. Le chlorure d'acétyle le transforme, avec dégagement de gaz chlorhydrique, en son *acétate* $H^3C - CH(C^2H^3O^2) - CH^2(AzO^2)$, liquide incolore, insoluble dans l'eau, d'une densité 1,1670 à 15°, bouillant à peu près à la même température que l'alcool lui-même. Avec le pentachlorure de phosphore, à la suite d'une réaction violente, on obtient le *chlorure d'isopropyle nitré* $H^3C - CHCl - CH^2(AzO^2)$, liquide incolore, insoluble dans l'eau, d'une densité de 1,2361 à 15°, bouillant à 172° sous la pression ordinaire; densité de vapeur trouvée 4,23, calculée 4,26.

» L'alcool nitro-isopropylique brûle intensivement, comme le nitrométhane, avec une flamme jaune verdâtre. Son dérivé *nitrolique* $H^3C - CH(OH) - C\begin{smallmatrix}\diagup AzO^2 \\ \diagdown Az(OH)\end{smallmatrix}$, saturé par la potasse caustique, donne la belle coloration rouge, caractéristique, selon M. V. Meyer, des dérivés nitrés primaires $H^2\underset{|}{C} - AzO^2$.

» Le nitro-méthane, qui est inerte sur le poly-oxy-méthylène $(H^2CO)^n$ aussi bien que sur la paraldéhyde, réagit sur le *méthanal* en solution aqueuse, plus intensivement encore que sur l'*éthanal*. Le produit constitue un beau corps solide, cristallin, soluble dans l'eau, l'alcool, l'acétone, etc., mais peu soluble dans l'éther, fusible vers 140°. Je ne suis pas encore édifié sur la nature de ce composé; peut-être est-il l'éther simple de l'*alcool nitro-éthylique* et répond-il à la formule $[(AzO^2) - CH^2 - CH^2]O$.

» Avec le *propanal* $H^3C - CH^2 - CHO$, en présence de l'eau, la réaction du nitro-méthane est plus calme et moins violente. L'alcool *nitro-butylique secondaire* $H^3C - CH^2 - CH(OH) - CH^2(AzO^2)$ qui en résulte est en tous points analogue à l'alcool nitro-isopropylique.

» Si l'on passe à l'étage C^4, on constate que la fixation du nitro-méthane sur l'*aldéhyde isobutylique* $\begin{smallmatrix}CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup\end{smallmatrix} CH - C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix}$ s'accomplit moins aisément encore et nécessite l'intervention de la potasse caustique elle-même.

» On voit ici, une fois encore, l'intensité du caractère *aldéhyde* s'affaiblir à mesure que s'élève le poids moléculaire, c'est-à-dire que le groupement $- CHO$ représente une fraction moins considérable du poids total de la molécule.

» Le *propanone* $H^3C - CO - CH^3$ dissout le nitro-méthane; mais les deux corps ne semblent pas se combiner même sous l'action de la potasse caustique.

» Si l'on tient compte des relations de composition qui existent entre

$$H^2CO, \qquad H^3C - C\begin{smallmatrix}\diagup H \\ \diagdown\!\!\diagdown O\end{smallmatrix}, \qquad \begin{smallmatrix}H^3C \diagdown \\ H^3C \diagup\end{smallmatrix} CO,$$

et de leur différence d'aptitude réactionnelle sur le nitro-méthane, on est

autorisé à croire que le pouvoir additionnel de celui-ci, en ce qui concerne le composé renfermant $>CO$, tient à l'hydrogène fixé sur l'atome de carbone du groupe $-CHO$.

» Toutes les nitro-paraffines qui renferment encore de l'hydrogène fixé sur l'atome de carbone auquel est attaché le radical $-AzO^2$ possèdent le caractère basique à l'instar du nitro-méthane. Je suis donc autorisé à croire que toutes celles de ce genre, les *primaires* H^2C-AzO^2 et les *secondaires* $HC-AzO^2$ possèdent aussi la propriété de se fixer sur les aldéhydes. Je n'ai pas été à même, jusqu'ici, de vérifier cette supposition.

» Je suis fondé à croire également que le même pouvoir additionnel doit exister dans les alcools nitrés eux-mêmes, alors qu'ils renferment les systèmes H^2C-AzO^2 ou $HC-AzO^2$, encore hydrogénés. C'est ce que j'ai constaté en ce qui concerne l'alcool nitro-isopropylique qui se combine aisément au *méthanal* et à l'*éthanal*.

» Cela étant, on voit de suite toute la différence qui existe, quant à l'extension de leur pouvoir additionnel vis-à-vis des aldéhydes, entre l'*acide cyanhydrique* et le *nitro-méthane*. Ce pouvoir additionnel est égal à *un* dans le premier de ces composés, à *trois* dans le second.

» Le nitro-méthane H^3C-AzO^2 est assimilable à l'ammoniaque H^3Az dont le pouvoir réactionnel vis-à-vis des éthers haloïdes est aussi égal à *trois;* dans l'un et l'autre de ces composés, la capacité réactionnelle diminue à mesure que l'hydrogène est remplacé par des groupements hydrocarbonés. Elle tombe à 2 dans les dérivés *primaires* ou *mono-substitués*, à 1 dans les dérivés *secondaires* ou *bi-substitués*.

» Tandis que le produit de l'addition de l'acide cyanhydrique à une aldéhyde est unique et nécessairement unique, celui de la réaction du nitro-méthane sur une aldéhyde, doit être multiple. J'ai pu m'en assurer en ce qui concerne l'éthanal et le nitro-méthane; alors même que l'on présente ces deux composés l'un à l'autre en quantités équimoléculaires, le rendement en alcool nitro-isopropylique est loin d'être intégral. Il se forme des produits plus complexes et moins volatils que celui-ci, lesquels représentent, à n'en pas douter, les produits de l'action ultérieure de l'aldéhyde acétique sur l'alcool nitré, formé à l'origine.

» Quelque incomplète que soit cette Communication, il est possible, dès à présent, de se faire une idée de la fécondité de la réaction que je viens de faire connaître et des services qu'elle peut rendre, au point de vue de la synthèse d'un groupe de corps aussi intéressants que les alcools nitrés.

» Je continue mes recherches dans cette direction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des aldéhydes et des acétones saturées.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré, il y a un an (¹), dans une Note parue dans ce Recueil, que l'isovaléraldéhyde se condensait avec la diméthylcétone, sous l'influence de la soude très diluée, pour former une cétone en C^8 non saturée, conformément à l'équation

$$C^4H^9-CHO+CH^3-CO-CH^3=H^2O+C^4H^9-CH=CH-CO-CH^3.$$

» Nous avons constaté depuis que les aldéhydes grasses saturées se comportaient de même vis-à-vis de la diméthylcétone, présentant ainsi la même réaction que les aldéhydes aromatiques (Claisen). Il faut cependant faire une exception pour le méthanal et l'éthanal qui, possédant des aptitudes réactionnelles beaucoup plus énergiques que celles de leurs homologues supérieurs, conduisent à des résultats un peu différents.

» *Hexénone* (propylidénacétone). — On dissout 100^{gr} de propanal et 100^{gr} d'acétone dans 1^{lit} d'eau distillée et l'on ajoute 50^{cc} de soude à 10 pour 100. La liqueur s'échauffe et abandonne une huile légère que l'on sépare au bout de 12 heures de contact et que l'on rectifie après l'avoir lavée à l'eau acidulée. On obtient ainsi, à côté d'une petite quantité de substances n'ayant pas réagi et de produits supérieurs peu abondants, un liquide incolore, bouillant à 136° sous la pression ordinaire et possédant une odeur pénétrante qui rappelle celle de la méthylhepténone.

» Ce produit constitue l'hexénone $C^2H^5-CH=CH-CO-CH^3$. Nous n'avons pas analysé cette cétone parce qu'il nous a été impossible de l'obtenir exempte d'eau. Le chlorure de calcium et les autres déshydratants minéraux la dessèchent incomplètement ou la décomposent. Le point d'ébullition peu élevé empêche l'emploi de l'anhydride acétique qui nous avait réussi dans le cas de la méthylhepténone. Nous avons pu cependant établir la composition et la fonction chimique de ce produit en préparant son oxime qui forme un liquide incolore, huileux, peu mobile, bouillant à 85° sous une pression de 6^{mm}.

» L'acétate de cette oxime, qu'il est facile d'avoir pur et sec, par suite de son mode même de préparation, constitue un liquide incolore, bouillant à 114° sous 9^{mm}

$$d_0=1,0005.$$

» L'analyse a fourni les chiffres suivants :

		Théorie pour $C^2H^5-CH=CH-C(CH^3)=AzO-COCH^3$.	
C........	62,14	C........	61,94
H........	8,86	H........	8,86
Az.......	9,35	Az.......	9,03

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 198.

» *Méthylhexénone* (isobutylidénacétone). — On sait que la préparation de l'aldéhyde isobutylique fournit un produit contenant de grandes quantités d'acétone ordinaire. Nous nous sommes servis de cette aldéhyde impure et nous l'avons condensée avec l'acétone dans des conditions analogues à celles que nous venons de décrire. Nous avons obtenu, outre une forte proportion de produits supérieurs non encore étudiés, la méthylhexénone

$$(CH^3)^2CH = CH - CO - CH^3,$$

liquide incolore, à odeur très voisine de celle de la méthylhepténone, bouillant à 153-155°.

» Nous n'avons pas pu non plus dessécher ce liquide, aussi ne donnons-nous pas sa densité.

» Son oxime forme un liquide incolore et huileux bouillant à 100° sous 6mm

$$d_0 = 0,9322.$$

	Trouvé.		Théorie pour $C^7H^{13}AzO$.
C	66,59	C	66,14
H	10,72	H	10,24
Az	11,57	Az	11,02

» Son acétate constitue une huile à odeur désagréable, bouillant à 126°, sous 10mm,

$$d_0 = 0,9775.$$

	Trouvé.		Théorie pour $C^9H^{15}AzO^2$.
C	64,31	C	63,90
H	9,11	H	8,87
Az	8,26	Az	8,28

» Nous avons donc obtenu trois acétones non saturées, par condensation avec l'acétone ordinaire des aldéhydes propionique, isobutyrique, isovalérique. La formule de constitution de ces trois acétones implique la possibilité d'une isomérie stéréochimique maléo-fumarique. Dans les conditions où nous avons opéré, l'un des deux isomères se forme seul; la fixité des points d'ébullition, aussi bien des acétones elles-mêmes que de leurs oximes et des acétates de ces dernières, ne nous permet pas d'admettre l'existence d'un mélange de deux isomères.

» Nous avons fait de nombreux essais pour obtenir, en partant de ces acétones non saturées, des dérivés cristallisés. Ce but était intéressant à atteindre, principalement avec la méthylhepténone; nous rappellerons, en effet, que nous avons découvert, il y a un an (¹), dans une essence naturelle, une méthylhepténone qui ne diffère de celle que nous avons préparée par synthèse que par la position de la double liaison.

» Le mélange d'acide cyanhydrique anhydre et d'aniline, de même que

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 983.

celui d'acide cyanhydrique et d'hydrazine, ne réagit pas sur la méthylheptènone. Sa phénylhydrazone est liquide et instable.

» La benzhydrazide $C^6H^5 - CO - AzH - AzH^2$, avec laquelle nous comptions obtenir un produit de condensation cristallisé, ne réagit pas.

» Nous avons enfin condensé cette acétone avec l'amidoguanidine en suivant un procédé indiqué par M. A. Baeyer [1] et appliqué par lui aux cétones cycliques de la série terpénique. Nous indiquons en quoi nous l'avons modifié.

» Le nitrate de méthylhepténone-amidoguanidine

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! CH - CH^2 - CH = CH - \overset{\displaystyle CH^3 \atop |}{C} = Az - \underset{\displaystyle \| \atop AzH}{C} - AzH^2\, AzO^3H$$

est un composé huileux presque insoluble dans l'eau, insoluble aussi dans l'éther. On l'épuise avec ce dissolvant pour enlever la méthylhepténone qui n'a pas réagi. On a alors trois couches : la couche éthérée, celle du nitrate, et une couche aqueuse. On décante les deux couches inférieures et l'on alcalinise avec une lessive de soude; on épuise enfin à l'éther qui enlève la base, et l'on convertit ensuite celle-ci en un picrate qu'on purifie par des cristallisations dans l'alcool.

» Ce sel bien cristallisé est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble dans le même dissolvant bouillant; il est nettement différent du picrate d'amidoguanidine soluble dans l'eau bouillante et fondant plus bas.

» Nous avons tenté de condenser l'œnanthol avec l'acétone; mais la réaction condensante semble porter sur l'œnanthol seul, l'acétone restant inaltérée.

» Nous nous sommes enfin proposé de rechercher si la réaction est applicable à toutes les acétones $CH^3 - CO - R$. L'acétophénone ne fournit pas avec le valéral la combinaison attendue; il y a cependant une réaction qui n'est pas encore élucidée.

» Enfin la méthylpropylcétone réagit sur le propanal en fournissant une petite quantité d'un produit dont la composition répond à la formule $C^8H^{14}O$.

$$C^5H^{10}O + C^3H^6O = H^2O + C^8H^{14}O.$$

	Trouvé.			Théorie pour $C^8H^{14}O$.
C.....	75,86	75,58	C.....	76,19
H.....	10,94	10,84	H.....	11,17

(1) *D. chem. Ges.*, t. XXVII, p. 1915. *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XII, p. 1241.

» Mais ce produit, qui bout à la température de 128° sous 9^{mm}, doit posséder un poids moléculaire bien plus élevé que celui indiqué par la formule $C^8H^{14}O$. La cryoscopie nous a fourni 168,9 tandis que

$$C^8H^{14}O = 126.$$

» D'après la suite de ces recherches, il semble établi que, de toutes les acétones, l'acétone ordinaire seule se condense facilement avec les aldéhydes; d'un autre côté, quand le poids moléculaire des aldéhydes augmente, l'aptitude à la condensation avec l'acétone diminue, et la réaction principale devient la condensation de l'aldéhyde elle-même. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les causes de la coloration et de la coagulation du lait par la chaleur.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Haddon**, présentée par M. Friedel.

« La chauffe du lait à l'air pendant un certain temps le colore en jaune et amène sa coagulation. Le phénomène se produit au bain-marie en dix ou quinze heures. A l'ébullition, puis à 110° et, à plus forte raison, à 130°, le lait se coagule et prend une couleur caramel.

» Il est à observer également que la coagulation du lait a lieu dès que la coloration jaune a atteint une certaine intensité.

» Tour à tour, les auteurs ont vu dans ce phénomène de coloration le fait de l'altération soit de la lactose, soit de la caséine (Duclaux). Quant au fait de la coagulation, il est resté sans interprétation plausible. Des expériences systématiques méritaient d'être instituées.

» *Expérience I.* — Du lait frais a été chauffé à 130° pendant une heure. Nous constatons un coagulum de caséine jaune au sein d'un liquide caramel très acide.

» A la distillation, nous constatons que l'eau entraîne un acide volatil. Cette eau distillée acide peut coaguler le lait. De plus, elle donne toutes les réactions de l'acide formique.

» *Expérience II.* — Nous chauffons à 130°, pendant une heure, les deux solutions suivantes A et B :

» A. Eau 100^{gr}, lactose 5^{gr}, phosphate bisodique $0^{gr},5$;

» B. Eau 100^{gr}, lactose 5^{gr}, carbonate de soude $0^{gr},1$.

» Les liquides ont jauni et sont devenus acides, d'alcalins qu'ils étaient. Distillés avec un peu d'acide sulfurique, ils donnent comme le lait de l'eau chargée d'un acide volatil ayant toutes les réactions de l'acide formique.

» Nous avons cherché dans cette expérience à faire une sorte de petit lait artificiel et à mettre en relief le rôle possible de la lactose dans la coloration et l'acidification du lait, indépendamment de toute intervention des matières grasses et de la caséine.

» *Expérience III.* — Du lait frais a été chauffé sept heures à l'ébullition au réfrigé-

rant ascendant. Un autre échantillon a été chauffé quatorze heures au bain-marie, également au réfrigérant ascendant. Ces deux laits, fortement colorés en jaune rougeâtre, se sont coagulés. A la distillation, après acidification par l'acide sulfurique, ils ont donné de l'acide formique. L'opération ayant été effectuée, dans ces deux essais, sur un litre de lait, nous avons pu recueillir une quantité suffisante d'acide formique pour isoler du liquide distillé, après addition de céruse, du formiate de plomb cristallisé.

» *Expérience IV.* — En faisant bouillir 10^{gr} de lactose en solution dans 200^{gr} d'eau avec 1^{gr} de phosphate bisodique et cela pendant sept heures au réfrigérant ascendant, le liquide fortement coloré donne à la distillation, après addition d'acide sulfurique, une notable proportion d'acide formique.

» Quatorze heures de chauffe au bain-marie d'une solution de lactose à 4 pour 100, avec alcalinisation par la soude, le carbonate ou le phosphate bisodique, donnent également un liquide coloré donnant à la cristallisation de l'acide formique après acidification par l'acide sulfurique. Nous avons préparé, comme avec le lait, du formiate de plomb avec ces liquides distillés. L'expérience démontre que la lactose chauffée à l'air avec les alcalis ou sels alcalins, s'oxyde en donnant des acides parmi lesquels on constate l'acide formique. Hoppe a d'ailleurs reconnu que la lactose s'oxyde, en présence des alcalis, en donnant de l'acide formique et de l'acide lactique. Nous démontrons qu'au sein du lait la même transformation s'opère au contact des sels alcalins normalement renfermés dans ce liquide. C'est là le point nouveau de cette étude.

» La caséine intervient-elle dans le phénomène?

» *Expérience V.* — Pour résoudre la question nous avons préparé de la caséine pure par les procédés connus. Nous l'avons chauffée à 130° en tube scellé pendant une heure avec de la soude en excès, sans qu'elle subisse aucune altération (1^{gr} de caséine dissoute dans 20^{gr} d'eau avec $1^{gr},25$ de soude caustique). La même opération, répétée avec le carbonate de soude et le phosphate de soude n'a également donné aucune altération de cette matière albuminoïde.

» *Expérience VI.* — Nous avons chauffé à 130° pendant une heure le mélange suivant : eau, 25^{cc}; lactose, 2^{gr}; caséine, 1^{gr}; soude caustique, $0^{gr},50$.

» Le liquide fortement coloré renferme de la caséine partiellement coagulée colorée en brun par les matières colorantes provenant sans aucun doute de l'oxydation de la lactose. C'est le phénomène qui se passe avec le lait, où la caséine colorée et coagulée est teinte par les produits d'oxydation de la lactose.

» Nous concluons de ces expériences :

» 1° Que le jaunissement du lait par la chaleur est dû à l'oxydation de la lactose en présence des sels alcalins du lait;

» 2° Que la lactose, dans cette oxydation, donne des acides et entre autres de l'acide formique facile à constater, dont la présence suffit à expliquer la coagulation du lait comme il arrive avec n'importe quel acide;

» 3° Que la caséine coagulée n'est pas altérée dans ces conditions, mais simplement teinte en jaune par les corps bruns formés aux dépens de la lactose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers des acides α-oxybutyriques actifs.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **Ch. Jordan**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons préparé encore un certain nombre de dérivés des acides α-oxybutyriques actifs, droit et gauche ([1]); leurs propriétés optiques sont réunies dans les Tableaux suivants :

I. — *Dérivés acétylés des éthers-sels de l'acide oxybutyrique gauche :*

$C^2H^5.CH(OCO.CH^3).COOR.$

	$[\alpha]_D$.
Acétyl-oxybutyrate de butyle normal	— 27,9
» d'isobutyle	— 30,7
» d'heptyle	— 21,8
» d'octyle	— 18,6

II. — *Dérivés à radicaux acides de l'oxybutyrate droit d'isobutyle :*

$C^2H^5.CH(OA).COOC^4H^9.$

		$[\alpha]_D$	
		corr.	obs.
Acétyl-oxybutyrate	d'isobutyle	+ 27,9	+ 27,9
Propionyl-oxybutyrate	»	+ 27,7	+ 20,5
Butyryl-oxybutyrate	»	+ 24,4	+ 18,0
Valéryl-oxybutyrate	»	+ 18,7	+ 13,9
Caproxyl-oxybutyrate	»	+ 16,1	+ 12,1
Nonanoyl-oxybutyrate	»	+ 12,1	+ 9,0
Benzoyl-oxybutyrate	»	— 1,2	— 0,89

» Les valeurs de $[\alpha]_D$ *corrigées* sont obtenues en multipliant les valeurs *observées* par 1,35, rapport des oxybutyrates droit et gauche d'isobutyle.

III. — *Dérivés halogènes et dérivé nitré obtenus à partir de l'oxybutyrate gauche d'isobutyle.*

	$[\alpha]_D$.
α-chlorobutyrate d'isobutyle	— 10,5
α-bromobutyrate d'isobutyle	+ 8,2
Éther nitré de l'isobutyrate d'isobutyle	— 43,2

» IV. — *Produits de condensation avec les aldéhydes.* — Ces corps ont été préparés

---

([1]) Voir Guye et Jordan, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 562 et 632.

d'après la réaction signalée par M. Henry (1) qui a bien voulu nous en abandonner l'étude spéciale en ce qui concerne ces dérivés actifs.

		$[\alpha]_D$.
Dérivé méthylénique de l'acide gauche $C^2H^5-CH-CO$, $O-CH^2-O$	....	$-5,9$
Dérivé $C^2H^5.CH-CO$, $O-CH-O$, $C^2H^5-CH-CH^3$	*a.* Acide droit et aldéhyde valérique racémique	$+6,5$
	b. Acide droit et aldéhyde valérique droite	$+8,4$

» V. — *Valéryloxybutyrates d'amyle.* — Ces éthers sont obtenus par réaction du chlorure de valéryle sur l'oxybutyrate d'amyle; on a employé tour à tour :

					$[\alpha]_D$.
a.	Acide racémique	+ alcool racémique	+ chlorure actif	....	$+0,1$
b.	» »	+ » actif	+ » racémique	....	$+0,6$
c.	» actif	+ » racémique	+ » »	....	$-15,3$
d.	» «	+ » actif	+ » actif	....	$-15,1$

» Sans entrer dans la discussion détaillée des résultats consignés dans les Tableaux précédents, discussion qui trouvera mieux sa place dans un Mémoire plus complet, nous désirons cependant présenter quelques remarques générales.

» Si l'on s'en tient au schéma du tétraèdre régulier et à l'hypothèse des masses occupant les quatre sommets de ce tétraèdre, les corps de la série I devraient être dextrogyres; d'autre part, les corps de la série II devraient être lévogyres jusqu'au terme butyrylé, et dextrogyres depuis l'éther caproylé; des remarques analogues devraient être faites au sujet des corps de la série III.

» Nos observations démontrent que ces conditions sont très imparfaitement remplies; la formule simplifiée du produit d'asymétrie est donc insuffisante dans la plupart des cas ci-dessus, dont la discussion devra se faire au moyen de la formule complète.

» Par contre, les éthers de la série V fournissent une première vérification d'une superposition des effets optiques de trois carbones asymétriques; en effet, d'après les règles établies antérieurement (2), la somme algébrique des pouvoirs rotatoires des éthers (*a*), (*b*) et (*c*) doit être égale au pouvoir rotatoire de l'éther (*d*). Or, on trouve pour cette somme

---

(1) Henry, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 333.

(2) Guye et Gautier, *Bull. de la Société chim.*, 3e série, t. XI, p. 1178, et t. XIII, p. 457.

+ 0,1 + 0,6 − 15,3 = − 14,6, tandis que le pouvoir rotatoire de l'éther (*d*) est $[\alpha]_D = -15,1$, nombre que l'on peut considérer comme se confondant avec − 14,6, si l'on tient compte des nombreuses causes d'erreur de cette expérience; celle-ci repose, en effet, sur la préparation de quatre éthers actifs différents, dont les pouvoirs rotatoires, déterminés au moyen d'un tube de 1^{cm} de longueur, ne peuvent être exacts à plus de 0,1 près, même en admettant que chacun d'eux soit chimiquement pur ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'histoire des alcaloïdes des Fumariacées et Papavéracées*. Note de M. **Battandier**, présentée par M. Chatin.

« Fumarine. — En recherchant la fumarine dans les diverses Fumariacées, j'avais été frappé de voir les alcaloïdes bruts des Papavéracées appartenant aux genres *Bocconia*, *Hypecoum*, *Eschscholtzia* et *Glaucium* donner avec l'acide sulfurique des réactions très semblables à celle de la fumarine, mais de nuance parfois plus claire. Ayant pu sacrifier cette année un gros pied de *Bocconia frutescens* du jardin botanique des Écoles supérieures d'Alger, j'en ai extrait de la fumarine identique à celle des *Fumaria;* un autre alcaloïde se colorant en rose fleur de pêcher par l'acide sulfurique pour lequel je propose le nom de *bocconine;* des traces d'un troisième ayant des réactions très semblables à celles de la chélidonine et enfin beaucoup de chélérythrine. Tous ces alcaloïdes ont été séparés par l'emploi des dissolvants neutres, des précipitations et cristallisations fractionnées. On peut souvent séparer mécaniquement, dans les cristallisations, les chlorhydrates de fumarine et de bocconine. La fumarine, précipitée depuis quelque temps, devient peu soluble dans l'eau, l'éther, la ligroïne et l'alcool fort, même bouillant; elle est fort soluble dans le chloroforme. Son chlorhydrate est en aiguilles transparentes et lourdes, difficiles à débarrasser des dernières traces de chélérythrine. Purifiée par de nombreuses cristallisations, la fumarine donne, avec l'acide sulfurique concentré et froid, une teinte violet foncé presque bleue, que l'addition d'une trace de bichromate fait passer au brun noir. Ces teintes semblent modifiées, même dans l'alcaloïde des *Fumaria*, par des traces de bocconine ou d'un corps analogue. La fumarine peut induire en erreur dans la recherche toxicologique de la strychnine. Il faut avoir soin de toujours faire réagir

([1]) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

l'acide sulfurique seul et de n'ajouter les oxydants qu'après avoir constaté l'absence de coloration.

» Bocconine. — Cet alcaloïde est relativement soluble dans l'eau et la plupart des dissolvants neutres. Il cristallise par évaporation spontanée de sa solution aqueuse en belles houppes soyeuses, légères et d'un blanc nacré; mais souvent la solution refuse de cristalliser et l'on n'obtient alors que des croûtes mamelonnées. Son chlorhydrate cristallise aussi en belles houppes soyeuses.

» Ses sels sont plus solubles que les sels de fumarine. La coloration fleur de pêcher qu'elle donne avec l'acide sulfurique est très caractéristique. Avec tous les réactifs généraux des alcaloïdes, elle donne des précipités très semblables à ceux de la fumarine. Elle se comporte comme elle avec les chlorures d'or et de platine. Je n'ai pu l'obtenir en quantité suffisante pour en faire l'analyse élémentaire.

» Chélérythrine. — J'ai retiré environ 5^{gr} de chlorhydrate de chélérythrine par kilogramme d'écorce de *Bocconia;* en suivant le procédé de Naschold. C'est à cet alcaloïde que l'écorce et le bois des *Bocconia* doivent leur couleur rouge. Aux réactions déjà connues de ce corps, on peut joindre la suivante : bouillie, avec de l'acide azotique concentré, la liqueur d'abord rouge foncé se décolore; si l'on ajoute alors un excès d'ammoniaque, on obtient un liquide couleur groseille.

» L'*Eschscholtzia californica* devient facilement vivace en Algérie. La racine contient alors un latex semblable à celui de la Chélidoine et comme lui riche en chélérythrine.

» Les plantes qui contiennent de la chélérythrine ont naturellement la saveur brûlante de ses sels; mais cette même saveur brûlante se retrouve dans tous les sucs végétaux qui contiennent de la fumarine. Ces sucs sont colorés en jaune par une substance de nature alcaloïde qui semble n'être pas sans rapports avec la chélérythrine.

» *Glaucine.* — La glaucine de Probst contenait de petites quantités de fumarine. C'est ce qui lui donnait la propriété de se colorer en violet à froid par l'acide sulfurique. Obtenue bien pure par de nombreuses cristallisations de son bromhydrate, elle ne donne plus dans ces conditions qu'une teinte d'un bleu verdâtre à peine sensible. Mais à chaud on obtient toujours le beau dérivé violet foncé décrit par Probst. Le bromhydrate et l'iodhydrate sont les seuls sels de glaucine qui cristallisent bien. Ce dernier est bien moins soluble dans l'eau que le bromhydrate. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude de la germination.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« La germination entraîne-t-elle une perte sensible de l'azote des semences à l'état gazeux? Telle est la question particulière qui fait l'objet de cette Note. Des travaux bien connus permettent déjà d'y répondre, d'une façon à peu près certaine, par la négative, puisqu'on a généralement retrouvé dans les graines germées tout l'azote des graines primitives. Aussi les expériences qui vont être rapportées et dont les conclusions s'accordent avec ces travaux, ne prétendent-elles pas à l'établissement d'un fait nouveau. Mais elles se distinguent des recherches antérieures par divers côtés, qui leur laissent peut-être quelque intérêt. D'abord elles ont été effectuées au moyen d'une méthode, qui est nouvelle comme application au sujet qui nous occupe; cette méthode est fondée sur la mesure et l'analyse exactes des atmosphères enfermées dans les récipients où se développent les êtres étudiés (*Comptes rendus*, 2e semestre 1892); on verra, une fois de plus, qu'elle est susceptible d'une précision très satisfaisante. En second lieu, ayant surtout en vue les phénomènes qui intéressent la culture, j'ai cherché à me rapprocher des conditions naturelles de la germination, conditions dont presque toujours on s'est fort écarté.

» Des graines ont été déposées dans du sable quartzeux humide, contenu au fond d'un ballon de verre. On a fait le vide dans le ballon, puis on y a introduit de l'azote et de l'oxygène en quantités convenables. La germination a eu lieu. La production d'acide carbonique et la disparition de l'oxygène n'auraient pas tardé à l'arrêter. Mais le premier de ces gaz était absorbé par une dissolution de potasse que contenait une petite cloche plantée dans le sable; de plus, on surveillait, par de fréquentes analyses, la composition de l'atmosphère interne du ballon, et l'on introduisait de l'oxygène chaque fois qu'il était nécessaire pour en maintenir la proportion au voisinage de 21 pour 100.

» Les parties aériennes des jeunes plantes apparurent; la germination était alors loin de son terme. Pour faciliter les recherches sur la germination, on a souvent mis à profit l'ingénieux procédé qui consiste à la prolonger à l'obscurité, en vue d'empêcher les fonctions d'assimilation. J'ai préféré laisser les choses se passer d'une manière plus normale. C'est pourquoi j'ai semé les graines à leur profondeur habituelle, exposé les ballons à la lumière et fait durer les expériences un certain temps après l'apparition des organes verts; ainsi, la germination s'est, comme aux champs, effectuée d'abord seule, puis concurremment avec les phénomènes chlorophylliens.

» Il n'a pas été introduit d'acide carbonique; les parties vertes ont utilisé une portion de celui que la germination produisait, le reste étant pris et immobilisé par la

potasse; elles en ont toujours trouvé au moins 0,3 pour 100 dans l'atmosphère des ballons.

» Finalement, on a extrait des appareils la totalité des gaz et comparé le volume de l'azote qu'ils renfermaient avec celui de l'azote introduit. Si la germination s'accompagnait d'un dégagement d'azote gazeux (azote libre ou oxydes d'azote), on trouverait plus d'azote gazeux à la fin qu'au début.

» Avec notre façon d'opérer, ne laisse-t-on pas, à la mise en train des expériences, un peu d'azote gazeux occlus dans les graines, azote qui se dégagerait par la suite et viendrait exagérer l'azote final? Pour le savoir, on a enfermé un poids de graines égal à celui des expériences dans un petit flacon où le vide a été fait rapidement, puis maintenu quarante-huit heures. Admettant que la sortie des gaz occlus était achevée, on a recueilli le gaz dégagé au bout de ce temps. Il comprenait un peu d'acide carbonique et une très petite quantité de gaz qui n'était pas absorbable dans la potasse ni dans le pyrogallate de potasse, et qu'on a compté comme azote; cet azote a été déduit de l'azote extrait des ballons.

» Les résultats des expériences sont consignés dans les Tableaux qui suivent :

Blé blanc de Flandre (du 22 octobre au 2 novembre).

» Sol : 400gr sable quartzeux, 60gr eau distillée. Température de 13° à 18°. Les plantes s'élevaient finalement d'une dizaine de centimètres au-dessus du sol.

	I.		II.	
Poids des graines	5gr,000		4gr,998	
Oxygène consommé (1)	570cc		529cc	
Azote gazeux (et argon) initial	746cc,4	1cc,2	747cc,4	1cc,1
Azote gazeux (et argon) final	747cc,6		748cc,5	
Azote occlus dans les graines		0cc,2		0cc,2
Azote extrait en plus		1cc,0		0cc,9

» On doit se demander si, lorsqu'on a suspendu les expériences, la germination était suffisamment avancée. Voulant être fixé sur ce point, j'ai extrait du sol les jeunes plantes et j'ai séparé, sans en rien perdre, ce qui subsistait encore des graines; j'ai dosé l'azote dans ces résidus et l'ai comparé à l'azote total des graines primitives. J'ai trouvé :

	I.	II.
Azote dans les résidus des graines	22,3 mg	28,3 mg
Azote dans les graines semées	90,2	90,0
	$\frac{22,3}{90,2} = 0,25$	$\frac{28,3}{90,0} = 0,31$

(1) Différence entre l'oxygène introduit et l'oxygène restant à la fin. Une expérience témoin (sans graines) a montré que le sol n'avait consommé, par combustion lente d'une très petite quantité de matière organique, qu'une proportion négligeable d'oxygène.

» Ainsi une proportion de 75 ou de 69 pour 100 de l'azote des graines était passée dans les organes nouvellement formés; si l'on considère que les résidus des graines, même après germination complète, gardent quelque peu d'azote, on voit que la migration de cet élément était en grande partie accomplie quand les expériences I et II ont pris fin.

» Voici maintenant des résultats relatifs à des lupins. On a joint aux déterminations énoncées celle de l'acide carbonique fixé par la potasse, ce qui a permis d'établir incidemment le rapport $\frac{CO^2}{O}$ ci-dessous.

Lupins blancs (du 29 décembre au 30 janvier).

» Même sol que plus haut. Température de 8° à 18°. Les plantes s'élevaient finalement à 6^{cm} ou 8^{cm} au-dessus du sol; longueur des racines : de 12^{cm} à 20^{cm}; toutes les graines ont levé.

	III.		IV.	
Poids des graines	$5^{gr},000$		$4^{gr},990$	
Acide carbonique dégagé (résultant de la germination des graines, de la respiration et de l'assimilation des parties vertes)	874^{cc}		824^{cc}	
Oxygène consommé	1230^{cc}		1196^{cc}	
$\frac{CO^2}{O}$	0,71		0,69	
Azote gazeux (et argon) initial	$922^{cc},9$	$0^{cc},7$	$1060^{cc},9$	$0^{cc},6$
Azote gazeux (et argon) final	$923^{cc},6$		$1061^{cc},5$	
Azote occlus dans les graines		$0^{cc},1$		$0^{cc},1$
Azote extrait en plus		$0^{cc},6$		$0^{cc},5$
Azote dans les résidus des graines	$95^{mg},4$		$104^{mg},7$	
Azote dans les graines semées	$311^{mg},5$		$310^{mg},8$	
	$\frac{95,4}{311,5}=0,31$		$\frac{104,7}{310,8}=0,34$	

» Ici encore, on le voit, la germination était très avancée, et la différence entre l'azote gazeux initial et l'azote gazeux final ($\frac{1}{400}$ environ de l'azote des graines) a été à peu près de l'ordre des erreurs possibles.

» *Conclusion*. — La germination des graines de blé et de lupin n'a pas entraîné une perte appréciable d'azote à l'état gazeux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'amylase.* Note de M. **Effront**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Communication précédente relative à l'action chimique de la diastase, j'ai démontré que de très faibles doses de sel d'aluminium, d'asparagine, etc., peuvent, dans certaines conditions, augmenter dans une proportion considérable le pouvoir saccharifiant de l'amylase.

» En reprenant ces essais, j'ai pu constater qu'une action analogue se produit par l'infusion des grains crus. C'est ainsi qu'une infusion d'orge, faite à froid, soumise ensuite à la filtration et à l'ébullition, triple et même quintuple le pouvoir diastasique du malt.

» Les substances favorisant la saccharification : l'infusion de grains crus, l'asparagine, les sels d'aluminium et de vanadium, l'acide picrique et ses sels exercent toutes une action semblable, et cette action est caractérisée par deux phénomènes :

» 1° Cette action se manifeste sur le pouvoir saccharifiant, tandis que le pouvoir liquéfiant est peu ou pas influencé;

» 2° L'exaltation du pouvoir saccharifiant atteint son maximum au moment où 25 pour 100 de la quantité totale de l'amidon mis en contact sont transformés en maltose. Au delà de ce degré de saccharification, les substances étrangères exercent une action beaucoup moindre, et en présence d'une proportion d'amylase, apte à provoquer une saccharification profonde (60 à 70 de maltose), leur action devient presque nulle.

» Conséquemment, l'exaltation du pouvoir saccharifiant par ces diverses substances est plus apparente que réelle.

» Elle apparaît très sensible dans les conditions dans lesquelles on se met pour pratiquer l'analyse de l'amylase, mais dans la pratique, quand il s'agit d'obtenir une saccharification et une liquéfaction profondes, les substances étrangères restent sans action aucune.

» L'estimation du malt, pratiquée par les méthodes de Kjeldahl et Lindner, donne des résultats d'une valeur très relative, et les nombreux essais que j'ai faits m'ont démontré que l'on arrive à un résultat beaucoup plus concluant, en procédant par la comparaison entre le pouvoir saccharifiant et le pouvoir liquéfiant.

» Le rapport existant entre ces deux pouvoirs est très caractéristique; il permet d'apprécier la nature de l'amylase et d'en doser la quantité; il

nous montre immédiatement si nous sommes en présence d'une diastase réelle, ou si celle-ci est rendue plus apparente par l'exaltation de son pouvoir saccharifiant.

» Voici quelques résultats de l'analyse de l'amylase de diverses substances :

	Pouvoir saccharifiant. — Centimètres cubes d'infusion.	Pouvoir liquéfiant. — Centimètres cubes d'infusion.		Rapport pour 100.
Orge de Russie	2,1	7,5		375
Malt vert de cette orge	0,7	0,8		114
Même malt additionné d'asparagine	0,3	0,8		266
Malt vert préparé avec une infusion d'orge bouillie	0,25	0,8		320
Diastase du commerce (diasthrose)	1,3	1,6		123
Orge de Hongrie	2,8	8		280
Malt vert	0,6	0,6		100
Son de froment	0,8	8	liquéfaction incomplète.	1000

» Le pouvoir saccharifiant est indiqué par le nombre de centimètres cubes d'infusion nécessaires pour produire $0^{gr},25$ à $0^{gr},3$ de maltose dans 100^{cc} d'empois.

» La saccharification est faite sur 150^{cc} d'amidon soluble à 1 pour 100; elle se produit pendant une heure à 45° C.

» L'infusion, pour toutes les substances, se fait dans la proportion de 1^{gr} de substance pour 8^{gr} d'eau.

» Le pouvoir liquéfiant est exprimé par le nombre de centimètres cubes de cette même infusion qu'il faut pour liquéfier 20^{cc} de lait d'amidon à 40 pour 100. La liquéfaction se fait à 80° C. pendant dix minutes.

» La proportion qu'il y a entre le nombre des centimètres cubes nécessaires à la saccharification et celui des centimètres cubes qu'il faut pour opérer la liquéfaction constitue le rapport. Un malt de bonne qualité donne un rapport de 100 à 120. Le malt riche en matières activant la saccharification accuse un rapport de 200 à 400. La diastase des grains crus présente un rapport de plus de 1000.

» Les essais de saccharification et de fermentation, faits avec du malt analysé par cette méthode, ont donné comme conclusion que, le pouvoir

saccharifiant étant égal, la valeur de deux malts est proportionnelle au rapport existant entre les pouvoirs saccharifiant et liquéfiant. »

ZOOLOGIE. — *La Cécidomyie de l'avoine* (Cecidomyia avenæ, *nov. sp.*) ([1]). Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Pendant le cours de l'année dernière, les avoines du Poitou et de certaines parties de la Vendée ont été ravagées par un Diptère nouveau voisin de la Cécidomyie destructive. On sait que cet Insecte n'a jamais encore été signalé sur l'avoine, et que le blé, le seigle et l'orge ont été seuls jusqu'ici en but à ses atteintes. Il y avait donc lieu de se demander si cet ennemi de l'avoine était une espèce nouvelle ou une forme de la Cécidomyie destructive adaptée à cette plante et restée jusqu'ici inaperçue. Malgré les différences importantes que présentent entre eux, pendant la vie larvaire, les deux types, la ressemblance des adultes était telle que j'avais regardé la seconde interprétation comme la plus vraisemblable. La preuve expérimentale manquant, je crus toutefois devoir attendre le résultat de nouvelles recherches avant de regarder la question comme résolue.

» Voici, d'une façon sommaire, le résultat des expériences entreprises pour savoir si *C. avenæ* et *C. destructor* formaient des espèces distinctes.

» Le 19 mars, une caisse fut ensemencée presque entièrement en avoine et, pour une faible partie, en blé. La caisse fut recouverte d'une cage de gaze, et de nombreux pieds de blés secs et bourrés de pupariums de Cécidomyies prêts à éclore furent suspendus dans la cage: les éclosions eurent lieu à profusion dans la cage, du 5 au 29 avril. Les femelles pondirent à la fois sur l'avoine et sur le blé; mais elles montrèrent une très grande préférence pour ce dernier; aussi les feuilles de blé furent-elles surchargées d'œufs tandis que sur celles de l'avoine ceux-ci restèrent fort clairsemés. Les larves sortirent des œufs et descendirent le long de la tige, sur l'une comme sur l'autre plante, pour aller se loger sous les gaines foliaires, au niveau des nœuds inférieurs; mais tandis que sur le blé ces larves continuèrent leur développement, sur l'avoine elles ne dépassèrent pas la taille qu'elles avaient au sortir de l'œuf et se desséchèrent au bout de quelques jours après avoir épuisé leur vitellus. Le 15 mai, tous les pieds de blé de la caisse étaient gonflés de pupariums ou de larves entièrement développées, et certains d'entre eux éclataient sous une pression de 30 et 40 larves qui sortaient des gaines foliaires et s'égrenaient à terre. Les pieds d'avoine, par contre, étaient parfaitement indemnes; aucun pied ne présentait trace de la Cécidomyie.

([1]) Travail fait à la Station entomologique de Paris.

» L'expérience inverse fut aussi tentée : Une caisse ensemencée de blé et présentant quelques pieds d'avoine fut recouverte d'une cage de gaze, et des avoines d'hiver, attaquées par *C. avenæ*, y furent introduites. Les Diptères qui sortirent des pupes à la fin d'avril pondirent sur le blé et sur l'avoine, mais avec une préférence pour cette dernière plante. Le 11 mai, m'enquérant du résultat de l'expérience, je ne trouvai plus, sur aucun des pieds de blé, trace de la Cécidomyie; sur la plupart des pieds d'avoine, se trouvaient, au contraire, quelques larves petites encore, il est vrai, mais dont quelques-unes avaient déjà dépassé de beaucoup la taille qu'elles ont au sortir de l'œuf et avaient pris la teinte blanche succédant à la teinte orangée du premier âge.

» Il résulte de ce qui précède : 1° que la Cécidomyie destructive ne se développe pas sur l'avoine; 2° que la Cécidomyie de l'avoine ne se développe pas sur le blé. Ces deux Cécidomyies forment donc deux espèces distinctes l'une de l'autre.

» Voici les caractères qui permettront de les différencier :

» 1° Larve. — (*a*) *Cecidomyia destructor* Say (¹). — Spatule sternale bifurquée; segment anal se terminant par un prolongement charnu dorsal bilobé qui porte les papilles dorsales situées quatre à quatre sur chacun des deux lobes.

» (*b*) *Cecidomyia avenæ* Marchal. — Spatule dorsale terminée par une pointe impaire, hastiforme; le segment anal ne se termine pas par un prolongement bilobé, et les papilles dorsales sont implantées directement sur le segment lui-même.

» 2° Adulte. — (*a*). *Cecidomyia destructor*. — Dernier article du palpe d'un diamètre à peu près égal dans toute sa longueur (²). Côtés de l'abdomen sous poils d'un blanc grisâtre.

» (*b*) *C. avenæ*. — Dernier article du palpe fortement rétréci dans le tiers apical. Poils raides, d'un blanc grisâtre formant une bande de chaque côté de l'abdomen.

» L'insecte étant connu, nous dirons maintenant quelques mots de sa vie et des dégâts qu'il occasionne. Il est important d'abord de faire remarquer que son aire de répartition, à une époque donnée, est indépendante de celle de *Cecidomyia destructor*, ce qui vient encore démontrer qu'il s'agit bien d'une espèce distincte. C'est ainsi que, en 1894, dans la Vienne, les avoines ont seules été attaquées : le rendement de la récolte a été diminué de plus de moitié et est tombé de 200^{hlit} à 94^{hlit} pour 5^{ha} (³). La ré-

---

(¹) Rübsaamen et Rieffer regardent *Cecidomyia destructor* comme faisant partie du genre *Oligotrophus* Lat.; si l'on se range à cette opinion, la Cécidomyie de l'avoine devra être rapportée au même genre.

(²) Je dois à M. Kieffer, le savant spécialiste pour l'étude des Cécidomyies, l'indication de ce caractère.

(³) Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. Larvaron, professeur d'Agriculture à Poitiers.

colte du blé a, au contraire, été fort belle dans les mêmes localités et l'on a récolté 33^{hlit} à l'hectare.

» A la Roche-sur-Yon, le phénomène inverse s'est produit : les blés ont été dévastés par *C. destructor,* tandis que les avoines ont été indemnes et ont fourni une très bonne récolte. Aux environs des Sables-d'Olonne, *Cecidomyia destructor* et *C. avenæ* se sont montrées simultanément. Il n'y a donc aucune relation entre la présence de *C. avenæ* et celle de *C. destructor*.

» Il résulte de ce qui précède que nous nous trouvons en présence d'un nouvel ennemi pour l'avoine. Heureusement, cette fois, le fléau se trouve enrayé; car les avoines qui m'ont été envoyées récemment de la région contaminée ne contiennent qu'un nombre de larves relativement faible, et beaucoup d'entre elles sont parasitées par des larves de Platygasters et de Chalcidiens. Ces parasites ont une influence capitale, et c'est peut-être à eux seuls que nous devons de voir le fléau prendre fin. Ayant, en effet, recueilli en mars 1895, aux environs de Poitiers, des chaumes de la récolte de 1894 restés sur pied pendant l'hiver et qui renfermaient une énorme quantité de pupariums de Cécidomyies, je n'obtins, dans les bocaux où je les avais renfermés, qu'une nuée de parasites de l'ordre des Chalcidides, qui vinrent à éclosion pendant le cours du mois de mai. Cette remarque est importante, car elle montre avec quelle circonspection on doit procéder au brûlage des éteules après la moisson. Si le temps d'éclosion de la Cécidomyie est passé, il pourra, en effet, être très nuisible de brûler ces chaumes qui contiennent toute une légion de parasites prêts à combattre les générations suivantes et à réduire le nombre de leurs représentants à une quantité négligeable. Appliquée en temps opportun, et sur l'indication formelle des entomologistes compétents, cette mesure pourra, au contraire, avoir une grande efficacité et reste le principal moyen d'action qui soit à notre disposition pour nous opposer aux ravages de la Cécidomyie. »

ZOOLOGIE. — *La cellule épidermique des Insectes : son paraplasma et son noyau.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« I. Toute cellule animale se compose essentiellement du noyau et du protoplasma dans lequel se distinguent deux parties : l'hyaloplasma, formé de trabécules réticulées, et le paraplasma qui se trouve contenu dans les mailles du réseau hyaloplasmique sous l'aspect d'un liquide visqueux, gé-

néralement chargé de granulations dont la nature et les réactions sont variables. Quant à la membrane, si importante dans la cellule végétale, elle fait souvent défaut et ne présente jamais qu'une valeur secondaire.

» II. Dans mes précédentes Communications (¹), j'ai étudié la texture générale de la cellule épidermique des Insectes; puis je l'ai suivie dans ses principales adaptations fonctionnelles, montrant comment elle se revêt d'une cuticule chitineuse pour se transformer en élément protecteur, comment elle se modifie pour recevoir les excitations ambiantes ou pour donner insertion aux faisceaux musculaires.

» Si variées que puissent sembler ces transformations de la cellule, elles reconnaissent une commune origine, émanant du protoplasma. On a même pu constater que celui-ci intervient par une seule de ses parties, par l'hyaloplasma dont j'ai dû ainsi m'occuper presque exclusivement.

» Cette particularité n'est pas pour surprendre les biologistes familiarisés avec les phénomènes de la vie cellulaire, car ils savent que c'est toujours à l'hyaloplasma qu'incombe le soin d'assurer les relations extérieures de l'élément et j'ai eu maintes fois l'occasion de l'établir.

» Néanmoins le paraplasma ne demeure pas inerte et indifférent durant les nombreuses modifications subies par l'hyaloplasma.

» III. Primitivement clair et peu riche en granules, le paraplasma se trouble dès que les trabécules hyaloplasmiques se rapprochent en vue de la cuticularisation. Ses granulations augmentent en nombre et en diamètre; c'est généralement vers ce stade de l'évolution cellulaire qu'elles commencent à se pigmenter, si elles doivent acquérir une teinte spéciale.

» La pigmentation varie, dans son intensité comme dans sa modalité chromatique, suivant le rôle assigné à l'élément considéré. Chez les larves de Bombycides, surtout chez celles du *Bombyx mori*, il est aisé de s'en convaincre : dans les cônes mous, la coloration est nulle; elle s'affirme par un pigment jaunâtre dans les poils tactiles et sur de nombreux points où la cuticularisation est peu accentuée; enfin, là où la couche chitineuse atteint une épaisseur notable (crâne, mandibules, etc.), le pigment devient si foncé, qu'on serait tenté de le décrire comme noir, bien qu'en réalité il soit brunâtre.

» Au niveau des insertions musculaires, la pigmentation est toujours peu marquée, rosée, rougeâtre, souvent jaune.

» IV. Dans un examen rapide et sous un faible grossissement, le noyau

(¹) Voir *Comptes rendus*, séances du 16 mai 1892 et du 28 janvier 1895.

semble se résumer en une volumineuse formation nucléinienne. Quand on observe plus attentivement et quand on s'aide d'un bon objectif à immersion, on constate que la formation nucléinienne ne représente qu'une partie du noyau.

» Autour de celui-ci se distingue une membrane nucléaire dont l'existence s'affirme nettement en certaines circonstances. C'est ainsi que, lors des premières phases de la cuticularisation, la membrane nucléaire des cellules épidermiques du *Bombyx mori* est toujours des plus évidentes; sa réfringence suffit à en mettre la présence hors de doute; cette notion devient encore plus manifeste avec le vert de méthyle, etc.

» Entre la membrane nucléaire et la formation nucléinienne se trouve le protoplasma nucléaire proprement dit. Sa masse est toujours assez réduite, conséquence du développement acquis par la formation nucléinienne. On y distingue de nombreux filaments hyaloplasmiques, parmi lesquels il en est qui semblent se relier aux trabécules du protoplasma somatique, ce qui impliquerait l'existence de pores dans l'épaisseur de la membrane nucléaire. Dans les mailles circonscrites par le réseau hyaloplasmique du noyau, s'observent des granulations que les réactifs colorent fort inégalement.

» Quant à la formation nucléinienne, elle est tantôt réticulée, tantôt bacillaire; j'ai précédemment fait connaître les variations qui s'observent, à son égard, chez les larves de Libellules.

» Aussi ne crois-je pas devoir y insister de nouveau, jugeant plus utile de montrer quels changements s'opèrent dans l'aspect du noyau, corrélativement à telle adaptation fonctionnelle de la cellule dont l'indéfinie malléabilité apparaît alors avec une égale évidence, dans son noyau comme dans son corps.

» Pour ne pas multiplier les exemples et pour choisir un type facile à observer, je résume succinctement ce que présentent, chez le *Bombyx Mori,* les cellules épidermiques affectées aux insertions musculaires. J'ai déjà exposé les caractères tout spéciaux qu'elles offrent, soit dans le processus de la cuticularisation, soit dans leur chromatisme, etc. Mais, en outre de ces dispositions propres au corps de l'élément, il en est d'autres qui résident dans son noyau, achevant de donner à la cellule une physionomie toute particulière. Le noyau s'allonge, se recourbe sur lui-même, se contourne en fer à cheval, en bissac, en cuilleron, etc. Égarés par ces variations morphographiques, certains auteurs en ont méconnu l'origine; ils ont cru à des faits de division directe, citant les cellules épidermiques

du Ver à soie comme en offrant de fréquents exemples. Or, il suffit de se reporter à leurs descriptions et à leurs planches pour reconnaître la cause de leur erreur : c'est constamment sur des cellules d'insertion qu'ils ont observé ces modifications nucléaires; elles ne se lient nullement à des actes de partition directe, mais aux phénomènes de différentiation s'accomplissant dans le corps de la cellule et retentissant sur son noyau, nouveau témoignage de l'intime solidarité qui ne cesse de se manifester entre ces deux parties fondamentales de l'élément histique, qu'on l'étudie dans sa structure ou dans son fonctionnement. »

GÉOLOGIE. — *Sur la relation des sources thermales de Néris et d'Évaux avec les dislocations anciennes du Plateau Central.* Note de M. **L. de Launay**, présentée par M. Daubrée.

« Les sources thermales, dont on a trop souvent regardé l'origine comme mystérieuse et en relation avec des causes très profondes ou même éruptives, sont, en réalité, comme l'a bien montré M. Daubrée, en connexion directe avec les accidents géologiques du pays, de même que leur minéralisation dépend de la nature des roches et des terrains avoisinants. D'où l'intérêt, aussi bien pour une étude géologique, de mettre à profit l'indice de dislocations fourni par l'émergence de ces sources que, pour une étude hydrothermale, d'examiner les dislocations de la région dans un rayon assez étendu. Les deux sources de Néris et d'Évaux ne sont pas parmi celles dont l'explication est la plus facile; leur position en plein massif de granite et de gneiss, à un niveau encore assez élevé au-dessus des vallées les plus proches, est un peu anormale; nous croyons, néanmoins, que des études stratigraphiques, poursuivies pendant plusieurs années pour l'achèvement des quatre feuilles géologiques au $\frac{1}{800000}$, de Moulins, Montluçon, Gannat et Aubusson, nous permettent aujourd'hui de les rattacher rationnellement à l'ensemble des accidents anciens du pays [1].

» Ces deux sources thermales présentent ce caractère commun d'avoir une émergence unique et bien déterminée (malgré quelques ramifications superficielles), de fournir une quantité d'eau très abondante et à haute température (environ 1000^{mc} par vingt-quatre heures, à 53° pour Néris;

(1) La description complète de ces deux sources fait l'objet d'un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales des Mines*.

183^mc à 55° pour Évaux) et de ne renfermer qu'une minéralisation tout à fait insignifiante [1^gr,14 de résidu par litre à Néris; 1^gr,44 à Évaux (puits César)]. Elles se rattachent nettement aux types des sources alpestres ou *wildbäder*, et l'on peut les considérer comme produites par des eaux ayant effectué, sur un parcours horizontal réduit, un parcours vertical considérable d'environ 2000^m, pendant lequel elles se sont échauffées sans rencontrer d'éléments solubles autres que les feldspaths ou les micas altérés des granites ou des gneiss et un peu de pyrite.

» Néris et Évaux sont situés à 18^km l'un de l'autre, au voisinage presque immédiat d'une même profonde dépression, dirigée N.40°E., qui, vers le sud, forme la vallée de la Tardes et, vers le nord, sans discontinuité, celle du Cher. La source de Néris en est à 4^km,500, celle d'Évaux à 2^km, toutes deux à l'est et adossées, de ce côté est, à de hauts plateaux de gneiss qui, par des pentes insensibles, s'élèvent de 400^m à 500^m jusqu'à une longue crête de granite et de granulite également nord-est, allant de Montaigut vers Youx et Goutières, village près duquel elle atteint 804 mètres d'altitude. Cette crête forme la ligne de séparation des eaux entre le bassin du Cher et celui de l'Allier. En raison de cette disposition orographique, il nous semble très vraisemblable d'admettre que nos deux sources thermales ne sont pas autre chose que la réapparition au jour des eaux infiltrées, à 12^km ou 15^km de distance maxima, par les plans de joint des feuillets ou les fissures de ce haut plateau gneissique.

» La sortie des eaux chaudes est en relation directe avec des filons de quartz qui jouent le rôle de plans de drainage souterrains et sur la paroi imperméable desquels les eaux viennent évidemment s'accumuler en profondeur. A Néris, il s'agit d'un faisceau de filons relativement minces de quartz avec fluorine, barytine, pyrite et rarement galène; à Évaux, le filon, beaucoup plus considérable, peut être suivi, malgré quelques discontinuités, sur près de 20^km de long, vers le sud-est dans la direction de Château-sur-Cher et Roche-d'Agout, formant, sur toute cette longueur, une véritable muraille en saillie, qui constitue un des éléments pittoresques les plus caractéristiques du pays. Ce quartz renferme également, en plusieurs points, de la pyrite (notamment à Évaux) et de la barytine (à Château sur Cher, etc.).

» Ces filons de quartz se trouvent être précisément dirigés à peu près perpendiculairement à la crête de partage signalée plus haut, c'est-à-dire suivant la ligne de plus grande pente du plateau N.130°E. Au delà des sources thermales, ils s'interrompent, coupés par un accident de direction

perpendiculaire, prolongement vraisemblable de ceux du Sancerrois ([1]); et c'est la raison pour laquelle, contrairement à ce qui semblerait tout d'abord logique dans notre théorie, les sources, au lieu de se présenter à Néris et à Évaux, ne sont pas à quelques centaines de mètres plus loin sur le prolongement théorique des mêmes filons, dans la dépression de la Tardes et du Cher, où l'altitude est d'environ 150^m moins élevée et où, par suite, les eaux auraient à vaincre, pour remonter au jour, une charge hydrostatique beaucoup moindre.

» A Néris, cet accident perpendiculaire N. 40° E. est marqué par un filon de quartz dont l'intersection avec un autre filon N. 130° E. détermine, sans doute, la colonne d'ascension des eaux.

» En résumé, nous voyons que les deux sources sont en relation avec deux systèmes d'accidents orthogonaux N. 40° E. et N. 130° E. Ces deux directions jouent, dans toute cette région, un rôle très important et très anciennement caractérisé, dès l'époque des venues granulitiques, mais surtout bien accentué lors des plissements de l'époque dinantienne, qui ont amené la montée des microgranulites en même temps que la localisation des cuvettes lacustres destinées à recevoir les sédiments houillers.

» Il nous suffira de remarquer que la direction N. 40° E., qui est celle de la vallée de la Tardes, des accidents perpendiculaires aux filons de quartz de Néris et Évaux et de la crête de Montaigut, est aussi celle des deux grandes traînées houillères de Villefranche à Commentry et de Souvigny à Montmarault et Saint-Éloy, le long desquelles les zones de gneiss, micaschistes et granite ont pris un allongement de même sens. Elle a été très anciennement jalonnée par la série des dykes de granulite qui suivent, sur presque toute sa longueur, la lèvre ouest de la faille de Saint-Éloy et on la retrouve également, plus à l'est, dans une traînée de schistes métamorphisés par le granite (précambrien hypothétique de la Carte géologique), que nous croyons être le premier à signaler; la plupart des filons de microgranulite lui sont parallèles. Quant à la direction N. 130° E., c'est celle du plus grand nombre des filons de porphyrite micacée et de quartz et, près de Néris, on la rencontre aussi dans les limites nord et sud du bassin de Commentry.

» Le principal de tous ces accidents, celui de la traînée houillère de Saint-Éloy, paraît être dû à une action horizontale ayant séparé et com-

---

([1]) C'est sur la même faille du Sancerrois que sortent, plus au nord, les deux sources de Saint-Pardoux et de la Trollière.

primé l'un contre l'autre deux voussoirs de l'écorce animés d'un mouvement de déplacement inégal et l'étude des terrains archéens au voisinage nous conduit à penser que le voussoir de l'est devait, au moment où se sont infléchis ces terrains, se mouvoir vers le nord avec une vitesse plus grande que le voussoir de l'ouest. Les cassures de moindre importance, où le quartz a cristallisé, paraissent être, en plus petit, la répétition du même phénomène. »

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des faunes du Lias supérieur et du Bajocien inférieur dans le détroit du Poitou.* Note de M. JULES WELSCH.

« Le Toarcien est représenté le plus souvent par des marnes d'un gris bleu alternant avec des calcaires marneux en bancs qui indiquent la stratification; l'épaisseur est de 10^m environ, et elle peut se réduire.

» 1° Zone à *Ammonites falciferum.* — Dans le sud-est du détroit, à Nanteuil-en-Vallée (Charente), on voit reposer sur le Lias moyen des marnes grises avec un banc calcaire pétri de *A.* (*Harpoceras*) *falciferum* Sow.; cette zone est là nettement inférieure à la suivante.

» Le même type d'Ammonite se retrouve, dans le milieu du détroit, à Fontaine-le-Comte, près Poitiers, dans un calcaire à oolites ferrugineuses. Il existe aussi à l'ouest, contre le massif paléozoïque vendéen, entre Saint-Varent et Airvault, dans la vallée de la Cendronne, à 25^{cm} au-dessus des roches cristallines, dans un calcaire marneux et gréseux à oolites ferrugineuses.

» Cette zone n'avait pas encore été distinguée dans le Poitou.

» 2° Zone à *Ammonites Levisoni* et *A. bifrons.* — Près de Nanteuil-en-Vallée, à 1^m au-dessus de l'Ammonite précédente, on trouve un banc de calcaire marneux pétri d'oolites ferrugineuses avec *Harpoceras bifrons* Prug., *H. Levisoni* Simpson, *Dactyloceras Holandrei* d'Orb. et d'autres espèces à déterminer. Dans la même région, cette zone se montre en de nombreux points; elle se reconnaît facilement à ses oolites ferrugineuses qui existent le plus souvent, mais peuvent manquer, comme à Saint-Gervais, non loin de Nanteuil.

» La zone à *Amm. Levisoni* existe dans le milieu du détroit poitevin, aux Croix-Basses, près Smarves, au sud de Poitiers, avec des oolites ferrugineuses, pauvres en fer oxydé. Son existence a été depuis longtemps reconnue le long du massif vendéen, à l'ouest du détroit du Poitou.

» 3° Au-dessus, viennent les marnes bleues, formant la masse principale du Toarcien du Poitou, avec les Ammonites suivantes : *Grammoceras toarcense* d'Orb., *Grammoceras fallaciosum* Bayle, *Grammoceras quadratum* Haug, *Haugia* voisin de *Haugia illustris* (Denckman), *Lytoceras sublineatum* Oppel, etc.

» Cette zone existe partout dans le détroit poitevin; il est difficile de le subdiviser paléontologiquement, en zones superposées. Cependant, la faune est variable, au moins par localités.

» 4° Zone à *A. radians*. — A la partie supérieure des couches précédentes existe un niveau schisteux pétri d'Inocérames, avec de nombreuses espèces d'Ammonites, principalement du genre *Dumortieria* surtout *Dum. radians* Rein., conforme aux figures données par Dumortier sous le nom d'*Am. radiosus*. Ce niveau est particulièrement visible dans la vallée de la Vienne, près de Goix, sur les bords de la Charente, près de Chatain, dans la vallée de l'Argentor, près Nanteuil, etc. Dans le milieu du détroit, à Ligugé, j'ai trouvé les couches à *Dumortieria*, avec *Catulloceras Dumortieri* Thiollière.

» La zone à *A. radians* existe aussi à la Cueille-Poitevine, près Saint-Maixent.

» Cette assise paléontologique n'avait pas encore été distinguée, les auteurs ayant cité bien souvent des Ammonites différentes sous le nom de *A. radians*.

» Au-dessus, la partie supérieure du Toarcien est constituée par des marnes bleues quelquefois plus dures que les précédentes ou par des marnes jaunes sableuses avec bancs calcaires intercalés. C'est le gisement principal de *Ostrea Beaumonti*, *Terebratula* diverses, et *Rhynchonella cynocephala*, avec des Ammonites variées, qui sont plus cantonnées que les autres fossiles.

» 5° Zone à *Amm. Aalensis*. — A la base, on trouve d'abord les couches à *Harpoceras Aalense* Zieten et *Harp. mactra* Dum. avec de nombreuses variétés et formes voisines. Elles existent partout; je citerai en particulier Goix, dans la vallée de la Vienne, Chatain, sur la Charente, Nanteuil, etc. Au sud de Poitiers, près de Vivonne, au bas de la montée de Jouarenne, cette zone renferme *Am. Lotharingicus* Branco, conforme au moulage du type.

» Cette assise paraît être le principal niveau de *Ostrea Beaumonti*.

» 6° Zone à *Amm. opalinus*. — J'ai pu séparer cette zone dans tous les points que je vais citer, points où elle repose sur la zone précédente fossilifère. Elle est représentée par des calcaires marneux bleuâtres près de Nanteuil, ou par des marnes jaunes à Goix, à la base des couches à *Rhynch. cynocephala*.

» *Lioceras opalinum* existe, dans le milieu du détroit du Poitou, près de Vivonne, à 2^m au-dessus du niveau principal de *A. Aalensis* et *A. Lotharingicus*, près de Mezeaux, et à Croutelle, dans les calcaires marneux, gréseux et jaunâtres, avec *Gresslya pinguis* Ag.

» A l'ouest du détroit, elle existe à la Cueille de Saint-Maixent, etc.

» On trouve la forme typique avec les stries fines, l'ombilic étroit et les côtés qui retombent carrément sur l'ombilic. Je possède des exemplaires adultes du Pont-de-Barrou, près Airvault, montrant l'absence presque complète de carène, et aussi un individu âgé dont la région externe est complètement arrondie.

» Dans cette zone, j'ai trouvé des *Lytoceras* très voisins de ceux figurés par Quenstedt pour le même niveau du Jura souabe.

» Bajocien. 1° Zone à *Amm. Murchisonæ*. — Elle est représentée aussi bien à l'est et au milieu du détroit que vers l'ouest. Quelquefois c'est par des calcaires marneux ou siliceux, bleuâtres ou jaunâtres, épais de quelques décimètres, sauf près de Poitiers où l'épaisseur est plus grande.

» Souvent les petits fossiles de cette zone sont silicifiés et difficiles à dégager autrement qu'à l'acide; la faune est très abondante et très variée; j'en possède de beaux exemplaires venant de Saulgé, sur la Gartempe, grâce à M. Morel qui m'a indiqué ce

gisement en 1891. Il y a des *Pleurotomaria, Chemnitzia, Natica, Cucullea, Astarte, Trigonia, Ostrea, Terabratula,* Polypiers divers, *Rhabdocidaris coproides* Desor, avec *A. Murchisonæ* Sow. Cette assise à fossiles silicifiés existe aussi près de Nanteuil-en-Vallée, à Peupoussant; mais à Nanteuil, elle est représentée par des calcaires marneux à *oolites ferrugineuses* très abondantes, avec *Ludwigia Murchisonæ* Sow. que l'on peut confondre avec la zone suivante.

» Dans le milieu du détroit, on trouve *Amm. opalinoides* Mayer près la gare d'Iteuil. A Mezeaux, cette zone est représentée par des calcaires marneux et sableux identiques aux couches à *Amm. opalinus,* toujours avec *Gresslya pinguis* Ag.

» Près de Saint-Maixent, au-dessus de la zone à *opalinus*, on trouve les fossiles petits silicifiés avec de grands exemplaires de *Ludwigia Murchisonæ* Sow., conformes au type de Sowerby, refiguré par S. Buckman, avec *Ludwigia Baylii* S. Buck. et *Tmetoceras Hollandæ* S. Buck.; cette dernière espèce est très rare.

» Cette zone renferme des *Sonninia* à Nanteuil, à Saint-Maixent, etc.

» 2° Zone à *Amm. concavus.* — Elle est représentée par des calcaires marneux ou siliceux, grisâtres ou bleuâtres, épais de quelques décimètres, dans l'est du détroit, avec *Lioceras concavum* Sow., forme typique à ombilic étroit; sur les bords de la Charente, où les calcaires renferment des oolites ferrugineuses; à Saulgé où je l'ai trouvée au-dessus de la zone précédente avec *Galeropygus Marcou* Desor; près de Nanteuil, etc. La faune en est très riche, avec de nombreuses variétés de *A. concavus* et aussi *Ludwigia rudis* S. Buck., *Ludwigia cornu* S. Buck., des *Hyperlioceras, Erycites,* etc.

» A la partie supérieure de la zone, j'ai trouvé *Dumortiera grammoceroides* Haug, jusqu'ici spécial à l'Angleterre.

» Vers le milieu du détroit, on trouve *A. concavus,* sur la Clouère, entre Gençay et Château-Larcher, dans un calcaire grossier, dépourvu d'oolites ferrugineuses.

» Cette zone est représentée à la Cueille-Poitevine de Saint-Maixent, par un calcaire à oolites ferrugineuses avec de nombreuses Ammonites du genre *Sonninia* et une variété de l'*A. concavus,* mais pas la forme typique avec le méplat caractéristique autour de l'ombilic.

» En résumé, il y a dans le détroit Poitevin, à la base du Bajocien, un niveau à oolites ferrugineuses qui peut se montrer dans l'une des deux zones précédentes ou bien manquer comme dans les environs immédiats de Poitiers. Près de Saint-Maixent, la partie supérieure de la zone à *A. Murchisonæ* renferme déjà les oolites ferrugineuses de la zone au-dessus.

» 3° *Zone à Amm. Sauzei.* — A la base, il y a un niveau d'Ammonites phosphatées en mauvais état, près de Nanteuil-en-Vallée, où je citerai seulement *Sonninia sulcata* S. Buck.; puis viennent des calcaires marneux durs, quelquefois siliceux avec *Amm. Sauzei* d'Orb., *Sonninia propinquans* Bayle, *Amm. Humphriesianus* Sow. et surtout *Amm. Brocchii* Sow. qui est probablement l'espèce que l'on cite habituellement comme *A. polyschides* Waagen, où encore *A. polymerum* Waag.

» Certains *Sonninia* de cette assise se retrouvent dans le milieu du détroit du Poitou, sur les rives de la Clouère, et *Amm. Brocchii* existe en bas du tunnel de Poitiers.

» La même Ammonite se trouve à la Cueille de Saint-Maixent dans un calcaire analogue à celui de la zone à *A. concavus* du même point.

» 4° Dans la vallée de l'Argentor, près Nanteuil-en-Vallée, j'ai trouvé, à la base des calcaires à silex de la zone à *A. Blagdeni*, une espèce très spéciale, *A. Sonninia furticarinatus* Gu., au-dessus des couches à *A. Sauzei*.

» Les couches de passage du Lias supérieur au Bajocien existent dans le détroit du Poitou, où elles sont représentées par des assises très peu épaisses; jusqu'à présent, aucune assise ne paraît manquer. Le passage du Lias au Bajocien est insensible; nulle part je n'ai vu un indice d'arrêt de sédimentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les modifications de la nutrition chez les cancéreux*. Note de MM. **Simon Duplay** et **Savoire**, présentée par M. Guyon.

« On a voulu, dans ces dernières années, attribuer une certaine importance aux variations qui peuvent être observées dans la sécrétion rénale chez les malades atteints d'affections cancéreuses, et l'on a cru trouver un élément de diagnostic dans la diminution du taux quotidien de l'urée et des phosphates qui a été considérée comme constante dans le cancer.

» Nous avons entrepris sur ce sujet, avec la collaboration de M. le Dr Cazin, chef de laboratoire de clinique chirurgicale à l'Hôtel-Dieu, une série de recherches dont les résultats nous ont conduits à une interprétation des faits toute différente de celle qui en avait été donnée.

» En variant le régime des malades soumis à notre observation, nous avons pu nous convaincre de la façon la plus nette que, pour l'urée en particulier, la diminution signalée chez les cancéreux dépend uniquement du régime auquel on les soumet, et que, sous l'influence d'un changement de régime assurant l'alimentation d'une manière suffisante, le taux de l'urée ne s'éloigne pas sensiblement du chiffre normal.

» Il en est de même pour la *phosphaturie*, dont la diminution n'est pas aussi constante qu'on l'a prétendu, et dont les variations sont également liées au régime alimentaire.

» Nous n'insisterons pas sur la *chlorurie*, à laquelle on a attaché moins d'importance, au point de vue des variations qu'elle peut présenter chez les cancéreux.

» Avant de faire connaître brièvement les résultats de nos recherches,

nous rappellerons que, d'après la plupart des auteurs français, le chiffre moyen de l'urée excrétée quotidiennement par les urines, chez les individus sains, varie de 18^{gr} à 20^{gr}, et que pour l'acide phosphorique la moyenne normale paraît varier de 1^{gr},50 à 2^{gr} par vingt-quatre heures.

» Nos recherches ont porté sur quinze cancéreux, dont la plupart étaient dans un état de cachexie très avancé, et nos analyses ont été généralement faites, pour chacun d'eux, pendant dix jours consécutifs.

» D'après M. Rommelaere, dans le cas de tumeurs de mauvaise nature, quels que soient leur siège et leur nature morphologique, le chiffre de l'urée quotidienne descend graduellement et finit par rester inférieur à 12^{gr}.

» Or, d'après la moyenne de nos observations, le taux quotidien de l'urée n'a pas été inférieur à 21^{gr},14, et nous avons pu voir des cancéreux, deux mois avant leur mort, excréter encore 23^{gr} et 28^{gr} d'urée, sous l'influence du régime lacté, qui suffit à assurer l'alimentation des malades, alors que, laissés au régime ordinaire, dont ils ne peuvent pas profiter le plus souvent, ils donnaient un taux d'urée qui se rapproche de celui que M. Rommelaere considère, à tort suivant nous, comme directement en rapport avec l'affection cancéreuse.

» Chaque fois que, chez nos malades, nous avons constaté un abaissement du chiffre de l'urée excrétée dans les vingt-quatre heures, cet abaissement a coïncidé avec une alimentation insuffisante, le malade étant soumis au régime ordinaire de l'hôpital, mal supporté par lui; mais, dès que l'on assurait l'alimentation par le régime lacté, le taux normal de l'urée était de nouveau atteint.

» Chez deux malades seulement, nous avons observé une hypo-azoturie persistante et tous deux ne s'alimentaient plus et ne pouvaient même pas supporter le régime lacté.

» Chez les treize autres malades, le taux moyen de l'urée s'est montré normal ou a même dépassé le chiffre normal adopté par les auteurs français, car il a varié de 18^{gr} à 20^{gr}, 21^{gr}, 22^{gr}, 23^{gr} et même 26^{gr}.

» Dans les recherches antérieures sur l'urologie des cancéreux, on ne s'est pas, à notre avis, suffisamment préoccupé de l'alimentation, au point de vue de la qualité, dont dépend en quelque sorte la quantité de nourriture ingérée, et l'on ne s'est pas rendu compte que le régime ordinaire n'est pas supporté le plus souvent par les cancéreux. De là vient cette idée erronée d'après laquelle l'hypo-azoturie serait constante chez les cancéreux et pourrait ainsi constituer un élément de diagnostic, dans les cas

douteux; tandis qu'elle n'est nullement constante chez ces malades et qu'elle est simplement liée à l'insuffisance de l'alimentation, puisqu'elle disparaît pour faire place à l'azoturie normale dès qu'on assure l'alimentation avec le régime lacté.

» Pour la phosphaturie, l'influence du régime n'est pas moins manifeste, et, d'après nos observations, l'hypophosphaturie ne constitue pas plus que l'hypoazoturie, chez les cancéreux, un signe assez constant pour servir d'élément de diagnostic. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'emploi et le mode d'action du chlorure de chaux contre la morsure des serpents venimeux.* Note de MM. C. **Phisalix** et G. **Bertrand**, présentée par M. Chauveau.

« Nous avons montré antérieurement [1] combien le venin des serpents se rapprochait à tous les points de vue des diastases et des toxines microbiennes, et c'est en poursuivant cette étude que nous avons établi les bases d'une méthode sérothérapique contre la morsure des serpents venimeux. On se rappelle le principe de cette méthode. Du venin de vipère est atténué par un chauffage convenable, soit à 80° pendant 5 minutes, puis inoculé au cobaye. Ainsi modifié, il a perdu presque toute sa toxicité, mais il réagit sur l'organisme et détermine la production dans le sang d'une substance antivenimeuse. Après 48 heures, cette réaction est déjà si avancée qu'une dose de venin capable de tuer deux ou trois cobayes normaux reste sans effet sur le cobaye vacciné. En outre, le sérum de celui-ci immunise immédiatement les animaux auxquels on l'injecte, de sorte qu'il permet de neutraliser les effets d'une inoculation récente de venin.

» Cette méthode est évidemment sûre; néanmoins, il y aurait, en pratique, un grand avantage à connaître un composé chimique de même action que le sérum antivenimeux; or, parmi les très nombreux antidotes qui ont étés proposés contre les venins, il en est un certain nombre, se rattachant au même groupe, qui semblent dignes de quelque intérêt : ce sont le chlore, le brome et l'iode et certaines de leurs combinaisons, comme le trichlorure d'iode et les hypochlorites. Ces derniers surtout, dont on avait déjà signalé l'action destructive sur certains virus voisins des venins, comme ceux de la morve (Peuch), du tétanos et de la diphtérie (Roux), etc.,

---

(1) *Comptes rendus*, 1894, et *Archives de Physiologie*, 1894.

ont été préconisés, tout récemment encore, par M. Calmette, qui leur attribue, en dehors de leurs propriétés thérapeutiques, celle de produire la même réaction vaccinale que le venin chauffé ([1]).

» Si l'on tient compte, d'une part, de ce que nous savons, et surtout de ce que nous ignorons relativement à la nature des venins et des ferments diastasiques; d'autre part, de la variabilité et de l'altérabilité de ces mêmes corps, on comprendra quelle importance théorique et pratique aurait la découverte de M. Calmette, si elle était confirmée.

» Malheureusement, les recherches que nous avons entreprises dans ce but conduisent à des conclusions opposées, mais elles nous ont permis d'élucider le véritable mode d'action de ce corps.

» Avant de résumer ces recherches, nous ferons remarquer qu'en traitant le chlorure de chaux en poudre par l'eau distillée, on obtient en solution un mélange de chlorure, d'hydrate et d'hypochlorite de calcium.

» Aussi, avant d'aborder l'étude du dernier, avons-nous recherché quelle pouvait être l'action des deux autres. Sans entrer ici dans le détail des expériences, nous dirons que le chlorure de calcium, en solution peu concentrée, n'a aucune propriété préservatrice, et que la chaux, bien que dépourvue d'action directe sur le venin, retarde néanmoins l'absorption de celui-ci en cautérisant les tissus.

» Ces faits établis, nous nous sommes servis d'une solution d'une partie de chlorure de chaux dans 12 parties d'eau et, au moment de l'emploi, on l'étendait dans 5 à 6 volumes d'eau distillée, de manière à l'amener au titre de 850^{cc} de chlore actif par litre de solution. Lorsqu'on voulait annuler l'influence de la chaux libre contenue dans le mélange, on saturait exactement par l'acide chlorhydrique, de sorte qu'il ne restait plus que du chlorure de calcium inactif avec l'hypochlorite. De même, pour détruire l'activité de l'hypochlorite, on ajoutait un peu d'hyposulfite de sodium, sel que nous avons reconnu inefficace contre le venin. Voici les plus importantes de ces dernières expériences :

» Un mélange de 5^{cc} de chlorure de chaux et d'une dose mortelle de venin neutralisé après dix minutes de contact par l'hyposulfite et l'acide chlorhydrique reste sans effet sur les cobayes, tandis que le même mélange, dans lequel le venin a été ajouté après neutralisation du réactif, détermine la mort aussi vite que le venin seul. Autrement dit, l'hypochlorite détruit le venin.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 720, 1894; et *Ann. Inst. Pasteur*, 1894.

» D'autre part, si l'on injecte des cobayes avec de l'hypochlorite de calcium et qu'après un ou deux jours on leur inocule du venin, *on ne constate de survie que dans les cas où le venin est inoculé dans la même région que l'hypochlorite.*

» Ceci démontre bien que l'hypochlorite de calcium protège l'organisme uniquement par son action locale, et non, comme le pense M. Calmette, en y provoquant la formation d'une substance antitoxique ou en pénétrant dans la circulation et y persistant pour y détruire le venin, ainsi qu'il le ferait dans un verre à expérience. Cette hypothèse, du reste invraisemblable, est en contradiction avec les expériences mêmes de M. Calmette qui reconnaît que « l'injection intra-veineuse de chlorure de chaux ne réussit » presque jamais à empêcher l'envenimation ».

» Néanmoins, étant donnée l'importance du fait avancé par cet auteur, nous avons tenu à répéter l'expérience sur laquelle il s'appuie.

» Malgré le soin que nous avons pris pour nous mettre exactement dans les mêmes conditions, nous n'avons pu constater la moindre propriété antitoxique du sérum d'un lapin ayant reçu pendant cinq jours de suite une dose quotidienne de chlorure de chaux dilué.

» De plus, nous avons fait une expérience semblable en opérant non plus sur le lapin, mais sur le cobaye, et en nous servant de venin de vipère au lieu de venin de cobra. Et, pour rendre plus sensible la manifestation des propriétés antitoxiques du sérum dans le cas où celles-ci se seraient produites, nous avons employé une dose de venin assez faible pour n'entraîner la mort qu'après un temps relativement long (trente-six heures). Le résultat a été le même que dans l'expérience précédente.

» En résumé, toutes nos expériences concordent à démontrer que la solution de chlorure de chaux, préconisé contre la morsure des serpents venimeux, n'a qu'une action locale. Elle détruit le venin et mortifie les tissus, et met ainsi obstacle à l'absorption du toxique.

» On doit en conclure, au point de vue pratique, que les injections de chlorure de chaux, faites en d'autres points que celui de la morsure, n'ayant aucune action immunisante, doivent être évitées.

» Si l'on voulait essayer cet antidote, il faudrait l'injecter plutôt en profondeur que sous la peau, à l'endroit même où les crochets ont pénétré. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Orages de cinq jours en Bohême, du 20 au 25 mai 1895.* Note de M. Ch.-V. Zenger (Extrait).

« J'ai eu récemment l'honneur d'adresser à l'Académie deux Notes sur la simultanéité des deux grandes catastrophes sismiques de Laibach et de Mendoza en Mexique; je viens actuellement appeler l'attention sur les phénomènes météorologiques qui se sont produits en Bohême, et sur le tremblement de terre qui s'est renouvelé à Laibach et a secoué l'Italie entière autour de Florence.

» La période solaire s'est produite le 20 mai, le passage de l'essaim périodique d'étoiles filantes a eu lieu le 15 mai. Or, dans cet intervalle, de fortes perturbations atmosphériques, électriques et magnétiques, se sont manifestées dans l'Europe centrale, en Italie et dans la France méridionale, avec de fortes secousses de tremblement de terre en Autriche et en Italie, et une éruption soudaine du Vésuve. Perturbations magnétiques maxima le 21 mai, 14',2; le 24, 14',7. A Prague, la baisse barométrique a atteint un maximum à 9^h du soir le 17 mai, $714^{mm},6$; ouragan dans la nuit du 17 au 18 et pendant la journée entière du 18 mai, causant de grands dégâts dans les jardins publics et déchirant les nombreux pavillons d'une exposition ethnographique slave récemment ouverte. A Laibach, sirocco rapidement transformé en une tempête du nord avec orage de neige; trois secousses de tremblement de terre, ressenties à Klagenfurt et en Suisse, avec fortes bourrasques et neige, ondées énormes en Russie, crue des eaux et inondations. Dans les montagnes de la Bohême, orage de neige, arbres fruitiers détruits par les masses de neige tombées.

» A Laibach, le 18, à $8^h 4^m$ du matin, bruit souterrain et violentes secousses de courte durée, causant de nouveaux dégâts sur les maisons déjà crevassées et ébranlées.

» A cette secousse préalable succède, le 19, la catastrophe de Florence. Le 18 mai, à 9^h du soir, violentes secousses de tremblement de terre pendant cinq secondes. Les dommages sont très grands à Florence et aux environs : 9 morts et 50 blessés; la secousse ondulatoire, accompagnée de tonnerre à $8^h 35^m$ du soir, fut suivie d'une autre non moins forte à $9^h 40^m$ et 1^h du matin le 19 mai; la population a campé dans les rues la nuit du 19 mai. A Florence, 7 blessés; à Gropina, 40 maisons écroulées; à San

Marino, l'église s'effondre; à Lapaggi, 3 personnes sont ensevelies sous les ruines des maisons; le même jour, fortes secousses à Sienne, Pise, Bologne et Parme; en Grèce, à Zante, trois fortes secousses.

» Le même jour en Amérique, baisse de la température de 90°F. à 44°F.; la gelée et des chutes de neige détruisent les fleurs et les arbres fruitiers, comme en Bohême.

» En Belgique, dans le canal de la Manche, dans la mer du Nord, tempête effroyable, la neige tombe pendant deux jours dans les Ardennes, dans le Luxembourg.

» Inondations en Bohême, en Hongrie, dans la nuit du 17 au 18 mai, 50000 acres sont inondés par la Save; la Raab a ravagé les environs de Steinamanger, causant un demi-million de francs de dommages, détruisant ponts, chemins de fer et chaussées.

» On voit que la décharge de l'électricité cosmique, pendant le passage des étoiles filantes, a produit non seulement des mouvements cycloniques dans l'atmosphère terrestre, mais a aussi déterminé des cyclones ignés dans l'intérieur du globe.

» Le jour de la période solaire, l'action solaire s'est combinée à celle de l'électricité cosmique conduite par les essaims.

» Du 19 au 20 mai, tempête effroyable sur l'océan Atlantique, en Bohême, crue de toutes les rivières et inondations : hauteur de l'Elbe $3^{m},6$. Dans le Tyrol, énorme baisse de la température, le 19 mai, 2°,8 C.; neige couvrant les Alpes jusqu'au pied.

» Le 23, à Laibach, à $11^{h}42^{m}$, forte secousse et oscillation durant quatre secondes, ouragan à Fiume. A Prague, orages et bourrasques continuelles jusqu'au 25 mai, finissant par la catastrophe de Kosir, près Prague, pendant un orage épouvantable à Prague et aux environs.

» Éruption du Vésuve, le 24 mai au matin; les laves s'écoulent de deux bouches vers Portici.

» *Observations solaires.* — Une tache colossale est entrée dans le disque solaire le 19 mai et a traversé le méridien central le 23 mai, elle vient de disparaître le 29 à la nuit. Cette tache, entourée de facules lumineuses très étendues dès leur apparition dans l'hémisphère nord du Soleil, a paru très tourmentée; une tache secondaire formée par la division du noyau, n'a cessé de changer de forme et de grandeur en s'élargissant et se rétrécissant continuellement jusqu'au 24 mai, où une sorte d'explosion s'est produite alors que la tache avait atteint le méridien central du Soleil.

» L'éruption du Vésuve et le maximum des perturbations magnétiques ont coïncidé avec cette explosion de la grande tache.

» Des photographies solaires de $9^{cm},6$ montrent ces transformations, mais, le temps étant mauvais, je n'ai pu faire une longue série d'images avec le photohéliographe de Steinheil.

» Avec la lentille aplanétique de Steinheil, j'ai obtenu de petites images du Soleil de 1^{mm} de diamètre; depuis le 16 mai, ces images étaient continuellement entourées de zones variant du blanc rougeâtre au blanc de neige. Le 16 mai, $12^{h}30^{m}$, pendant une éclaircie, zones circulaires rougeâtres et halo jaune rougeâtre; le 17, plusieurs ondées, ciel couvert; le 18, $12^{h}10^{m}$, éclaircie, zones circulaires, blanc de neige, de deux diamètres solaires, halo rougeâtre.

» Le 20, ciel couvert; le 21, à $10^{h}25^{m}$, zones circulaires de deux à trois diamètres solaires, halo jaune rougeâtre; le 22, ciel couvert; le 23, zones rougeâtres circulaires, de deux diamètres solaires, halo rouge intense; le 24, à $10^{h}25^{m}$, zones blanc de neige circulaires, de quatre diamètres solaires, très nettes, et halo rouge intense.

» Le 25 mai, zones rougeâtres circulaires, très nettes, de trois diamètres solaires, pas de halo. Le 26 mai, ciel couvert; le 27 mai, rien que le disque solaire, avec halo rougeâtre. »

M. **Bouchard**, au nom de M. le Dr *G. Hameau*, fait hommage à l'Académie d'un travail sur les virus, écrit par son père, le Dr *Jean Hameau*, en 1836, travail où se trouve formulée et étayée sur l'observation et le raisonnement la doctrine moderne de la virulence.

M. **Albert Trubert** adresse une Note ayant pour titre : « Détermination des proportions de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie dans les terres, roches et marnes magnésiennes, cendres, dépôts, etc. ».

MM. **Joué** et **Crouzel** adressent une Note « Sur la décoloration des vins blancs provenant de cépages rouges ».

M. **E. Maumené** adresse une Note intitulée : « Sur l'action de l'eau et du sucre ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JUIN 1895.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1893. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Rapport lu le 29 mars 1894 à la séance générale du Conseil du Bureau central, par le Président M. DAUBRÉE, Membre de l'Institut, conformément à l'article 13 du décret du 14 mai 1878. (Extrait des *Annales du Bureau central météorologique.*) Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 br. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, PASTEUR, FRIEDEL, MASCART. Juin 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut. Juin 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Notice sur Guillaume Mahieu du Mayseret, Médecin ordinaire du Roi, Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, par son arrière-neveu, le Dr MAHEUT, professeur honoraire à l'École de Médecine. Caen, H. Delesques, 1894; in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les Secrétaires. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 28 mai 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

La Chronique scientifique. Directeur HENRI COUPIN, préparateur à la Sorbonne; secrétaire de la Rédaction : RENÉ SEVEAUX, préparateur à l'École de Médecine de Paris; 1 fasc. gr. in-8°.

Théorèmes généraux de Thermodynamique et leurs applications aux corps élastiques, par M. GUSTAVE CELLÉRIER. Genève, Aubert-Schuchardt, 1894; in-4°.

Les perturbations dans la marche des locomotives, par M. A. MASION; in-8°.

Rapports du Comité météorologique international et de la Commission inter-

nationale pour l'étude des nuages. Réunion d'Upsal, 1894. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; in-8°.

Herpétologie d'Angola et du Congo, par M. J.-V. BARBOZA DU BOCAGE, professeur de Zoologie à l'École Polytechnique, Directeur du Muséum national de Lisbonne. Lisbonne, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Mouvement des substances émises par les comètes 1893 II et 1893 IV; par M. TH. BREDIKHINE. Saint-Pétersbourg, 1895; in-4°.

Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. Ausgeführt durch die k. und k. Kriegs-Marine in den Jahren 1892-1894. Wien, 1895; gr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUIN 1895.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Mai 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Chirurgie de Pierre Franco de Tursiers en Provence, composée en 1561, par M. E. NICAISE, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Félix Alcan, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Étude sur les virus, par M. JEAN HAMEAU, Docteur en Médecine à la Teste, Membre correspondant de la Société royale de Médecine et de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux (1836 et 1847). Préface par M. GRANCHER, professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Étude physiologique des divers mécanismes de la voix chantée, par M. le Docteur CASTEX. Paris, 1895; in-8°. (Présenté par M. Sappey.)

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

Catalogue général annuel des produits chimiques, pharmacie, droguerie et des industries annexes. 1895. Paris, Léon Parly et Cie; 1 vol. in-4°.

Le Dr Alphonse Guérin et la Presse. Paris, L. Maretheux, 1895; br. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France. Juin 1895. Paris, 1 fasc. in-8°.

Revue maritime et coloniale. Mai 1895. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. 30 mai 1895. Paris, Georges Carré; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

The elements of the four inner planets and the fundamental constants of Astronomy, by SIMON NEWCOMB. Washington, 1895; 1 vol. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, einundsechzigster Band. Wien, 1894; 1 vol. in-4°.

Journal of the Academy of natural Science of Philadelphia. Second series. Volume IX. Part. 4. Philadelphia, 1895; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 juin 1895.)

Note de MM. *Gastine* et *Degrully*, Sur la chlorose des vignes américaines et son traitement par l'acide sulfurique :

Page 1234, ligne 5, *supprimez la phrase :* Un résultat semblable..... de l'Hérault.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1895,

PRÉSIDENCE DE M. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Verneuil,* Membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, décédé le 11 juin, et s'exprime en ces termes :

« Depuis notre dernière séance, nous avons perdu un confrère sympathique, dont les travaux tiennent une place importante dans la Chirurgie moderne.

» A ses funérailles, notre confrère, M. le Dr Bouchard, a retracé, en paroles émues, les traits principaux de son œuvre et de sa carrière.

» M. Verneuil apporta, dans l'étude et la pratique de la Chirurgie, qu'il ne sépara jamais de la Médecine, une ardeur toujours jeune, toujours prête à utiliser les ressources de la Science moderne pour perfectionner l'art de guérir ; mais il eut en même temps le courage, rare à toutes les époques, de résister à l'entraînement et aux espoirs chimériques que provoquent trop souvent les découvertes nouvelles.

» Malgré la vivacité de sa nature et l'enthousiasme de ses convictions, M. Verneuil demeura, en pratique, mesuré et prudent, moins soucieux de briller que de soulager la souffrance, ardent surtout à combattre ces fléaux — la tuberculose et le cancer — contre lesquels l'Art et la Science n'ont encore malheureusement, malgré tant de beaux travaux, trouvé que des armes bien impuissantes.

» Parmi nous, comme partout où son influence bienfaisante s'est exercée, il avait conquis l'affection de tous et sa perte est un véritable deuil pour l'Académie. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Frankland*, pour remplir la place d'Associé étranger, devenue vacante par suite du décès de M. *Van Beneden*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie les remercîments de M. *Frankland*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur la loi d'absorption des bandes du spectre de l'oxygène;* par M. **J. Janssen**.

« Je viens rendre compte à l'Académie d'observations faites au cours d'un voyage dans le Sahara algérien pendant le mois qui vient de s'écouler et qui se rattachent à celles de 1890, à Biskra.

» J'ai déjà eu l'occasion d'entretenir l'Académie des études que je poursuis sur le spectre de la vapeur d'eau et ceux des gaz de l'atmosphère terrestre et spécialement de l'oxygène.

» Je compte résumer prochainement devant l'Académie ces dernières études sur l'oxygène. Aujourd'hui, je l'entretiendrai d'un point particulier de ces études, à savoir la loi suivant laquelle le pouvoir absorbant de l'oxygène pour la lumière s'exerce à l'égard des bandes non résolubles de son spectre.

» J'ai déjà fait connaître la loi d'absorption relative à ces bandes sombres qui ne paraissent pas résolubles avec les pouvoirs optiques que j'ai

pu employer. Cette loi est celle du carré de la densité, c'est-à-dire que le pouvoir absorbant du gaz oxygène, relativement à ces bandes, est proportionnel à l'épaisseur de la masse gazeuse multipliée par le carré de sa densité.

» Cette loi étant tout à fait imprévue et paraissant fort importante pour la mécanique moléculaire nous avons cherché à l'établir par les expériences les plus variées et les plus décisives.

» Quand les expériences de laboratoire nous eurent révélé l'existence de ces bandes sombres s'ajoutant au système des raies et suivant une loi toute différente de production, nous eûmes naturellement la pensée, après avoir épuisé toutes les épreuves destinées à démontrer l'origine oxygénée du phénomène, de demander à notre atmosphère, en raison de l'oxygène qu'elle contient, la confirmation de nos résultats.

» Mais notre atmosphère peut non seulement nous servir à confirmer nos expériences relativement à l'origine de ces bandes, elle peut encore conduire à vérifier l'exactitude de la loi en question, et c'est peut-être là son rôle le plus précieux, en raison des circonstances particulières qu'elle présente, l'oxygène se trouvant réparti dans l'atmosphère terrestre, depuis la densité nulle jusqu'à celle égale à environ un cinquième d'atmosphère.

» C'est précisément cette vérification qui a formé, avec les études sur le spectre de la vapeur d'eau, le but de nos voyages dans le Sahara algérien en 1890 et en 1895, le mois dernier.

» Le climat saharien est, en effet, précieux pour ce genre d'études : d'une part en raison de la sécheresse extrême de son atmosphère, qui permet de faire un départ très net entre les raies d'origine aqueuse et celles de l'oxygène et des autres gaz atmosphériques, et surtout en raison de ce fait remarquable que, dans les régions sahariennes, le Soleil se lève presque toujours dégagé de vapeurs et avec un éclat qui se prête merveilleusement aux observations et aux mesures.

» La mesure de la hauteur de l'astre, au moment où les bandes disparaissent au lever et apparaissent au coucher, peut conduire, disons-nous, à la vérification de la loi en question.

» Voici par quelles considérations on peut établir ces hauteurs du Soleil qui doivent donner les bandes naissantes si la loi se vérifie pour l'atmosphère terrestre.

» Un tube de 60^{m}, qu'on remplit d'oxygène dont on augmente successive-

ment la pression, montre la bande près de D, $\lambda = 0^{\mu},580$ à $0^{\mu},572$, naissante à 6 atmosphères, à très peu près.

» Le produit de la longueur par le carré de la pression donne $60^{m} \times 6^2 = 2\,160^{m}$. C'est ce produit que nous avons constamment obtenu dans les expériences de laboratoire dans lesquelles nous faisions varier les longueurs et les pressions.

» Voyons à quelles épaisseurs atmosphériques il faut recourir pour obtenir une équivalence de cette longueur.

» Considérons d'abord l'action de l'atmosphère quand elle agit sur un rayon la traversant verticalement.

» Soient H la hauteur d'une colonne atmosphérique reposant sur le sol et ayant l'atmosphère pour hauteur, dH l'épaisseur d'une tranche infiniment mince en un point déterminé et δ la densité de l'atmosphère en ce point; on aura, dF étant la différentielle de la force qui représente l'absorption,

$$dF = -\delta^2 dH.$$

Mais la densité est sensiblement proportionnelle à la pression barométrique h.

» On peut donc poser

$$\delta = kh,$$

d'où

$$dF = -k^2 h^2 dH.$$

Remarquons maintenant que pour $h = 760$, $\delta = 1$, d'où $k = \frac{1}{760}$ et prenant pour $H = 18336 \log \frac{760}{h}$, on trouve $dH = -18336 \log e \frac{dh}{h}$ et, par suite, $dF = \frac{18336}{(760)^2} \log e h\, dh$.

» Cette équation intégrée de $h = 0$ à $h = 760$ conduit à la valeur $F = 3981^{m}$.

» Mais ce résultat suppose que l'atmosphère est entièrement formée d'oxygène, et ce gaz n'en représente que le cinquième ou plutôt le 0,208 dont le carré est 0,043; il faut donc multiplier par ce nombre, et l'on trouve $F = 172^{m}$.

» Ainsi l'action de l'atmosphère sur un faisceau qui la traverse normalement équivaut à celle d'une colonne d'oxygène de 172^{m} environ à la pression d'une atmosphère.

» Or le tube de 60^{m} ne commençant à donner les bandes (celle de D

qui est la première à apparaître) qu'à la pression de 6 atmosphères, ce qui équivaut, suivant la loi, à 2160^m d'oxygène à 1 atmosphère, c'est-à-dire à une action douze fois plus forte que celle de l'atmosphère, suivant la direction zénithale, on a l'explication péremptoire de l'absence des bandes dans le spectre solaire pendant la journée.

» Mais les épaisseurs atmosphériques traversées par les rayons solaires, au lever ou au coucher de l'astre, sont douze à quinze fois plus considérables que pour le zénith. On conçoit donc qu'il soit possible que, dans ces circonstances, les bandes puissent apparaître, et c'est ce qui arrive.

» Le calcul étant beaucoup plus complexe que dans le cas si simple du rayon zénithal, nous ne pouvons l'exposer ici : nous dirons seulement qu'il montre que la bande près de D, à laquelle se rapporte le nombre 2160^m, doit se montrer quand le Soleil est à la hauteur d'environ 4° au-dessus de l'horizon.

» Or, le Soleil saharien, très pur aux environs du lever, nous a permis de vérifier cette indication du calcul, et nous l'avons obtenue, soit par la vue directe, soit par la Photographie.

» J'insiste sur l'intérêt de ces résultats, puisque d'une part ils montrent, d'une manière incontestable, l'origine oxygénée de ces bandes, et que, d'autre part, ils confirment, dans des conditions toutes nouvelles et très concluantes, l'exactitude de cette loi du carré de la densité, si imprévue, et qui certainement aura des conséquences pour la mécanique moléculaire des gaz.

» Je rendrai compte ultérieurement des phénomènes qui se rapportent au spectre de la vapeur d'eau, phénomènes étudiés spécialement au cours de ce voyage.

» Je ne veux pas terminer cette communication sans remercier M. le Ministre de la Guerre et M. le Gouverneur général de l'Algérie, qui ont bien voulu me donner de précieuses recommandations pour les régions sahariennes que j'avais à traverser.

» Je remercie également M. le Commandant du 19e Corps d'Armée et MM. les généraux de Leschères et Ruyssen de leur excellent appui.

» Enfin je dirai que, pendant mon séjour à Ghardaïa dans le M'zab, j'ai été reçu par M. le colonel Didier et ses officiers, MM. Bresse, Baudu, Toulat, Perrot et Grenade avec une cordialité dont je conserve un charmant souvenir. M. le colonel Didier a accompli les travaux les plus remarquables et rendu les plus grands services à la France dans cette province du M'zab.

» C'est notre vaillante armée qui occupe seule ces régions avancées de

nos possessions d'Afrique, et elle supporte les privations et les fatigues qu'imposent le climat et la difficulté des communications avec un courage, une gaîté, un entrain et j'ajoute une impatience d'aller en avant qui font mon admiration et doivent commander toute notre sollicitude et nos sympathies.

» Mais ce n'est pas une raison pour abuser de tant de dévouement et, à cet égard, nous devons faire des vœux pour que les voies de communications de ces régions soient améliorées et notamment que Laghouat, qui prend tous les jours plus d'importance et forme un de nos centres d'occupation, soit relié aux voies ferrées du sud d'Alger par un chemin de fer à voie étroite, chemin dont les éléments sont déjà presque prêts sur une grande étendue du parcours.

» Ceci soit dit sans rien préjuger sur le mérite des autres voies de pénétration dans le sud Oranais et dans celui de la province de Constantine qui se recommandent également. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la forme nécessairement pendulaire des déplacements dans la houle de mer, même quand on ne néglige plus les termes non linéaires des équations du mouvement.* Note de M. J. **Boussinesq**.

« I. Nous appuyant sur cette périodicité et sur les équations ou conditions précédentes ([1]), démontrons que la seconde relation (11) s'applique à tout le liquide et non pas seulement à sa couche superficielle.

» Appelons τ son premier membre qui, formé linéairement avec des dérivées de φ, vérifiera évidemment, comme φ, l'équation indéfinie $\Delta_2\tau = 0$ et la condition spéciale $\tau = 0$ pour $z = \infty$, mais qui, de plus que φ, vérifiera, en vertu de (11), cette même condition $\tau = 0$ pour l'ordonnée z caractérisant les molécules superficielles. Si nous considérons, sur une largeur égale à 1 (suivant les y), toute la masse fluide, de profondeur indéfinie, dont les particules ont leurs situations moyennes (x, z) comprises entre deux plans fixes normaux aux x et distants d'une longueur de vague $2L$, ou ayant leurs deux abscisses respectives x_0 et x_1 différentes d'une période $2L$, il est clair que la fonction φ, pourvue de cette période, ses dérivées partielles et aussi, par suite, τ avec sa dérivée en x, recevront à tout instant les mêmes valeurs aux deux limites x_0, x_1, sur chaque plan horizontal $z = \text{const}$.

([1]) Voir le dernier *Compte rendu*, p. 1240.

» Cela posé, multiplions l'équation indéfinie $\Delta_2\tau = 0$ par τ et par un élément $dx\,dz$ de l'espace qu'occupent les situations moyennes du liquide en question; puis intégrons terme à terme par parties, à la manière ordinaire, dans tout cet espace, savoir, d'une part, entre les deux limites constantes z, l'une finie, l'autre infinie, où τ s'annule, et, d'autre part, entre les deux limites également constantes x_0, x_1, où τ et sa dérivée en x prennent les mêmes valeurs. Les termes intégrés ou relatifs au contour de l'aire $\int\int dx\,dy$ ne donneront rien; et il viendra simplement

$$(13) \qquad -\int\int\left(\frac{d\tau^2}{dx^2}+\frac{d\tau^2}{dz^2}\right)dx\,dz = 0,$$

c'est-à-dire $\tau = 0$ partout comme au fond.

» II. Ainsi, la seconde relation (11) est vérifiée quel que soit z. D'ailleurs φ y étant fonction de $x = \omega t$, son second terme revient à $-\frac{\omega^2}{g}\frac{d^2\varphi}{dx^2}$, ou encore (vu l'équation $\Delta_2\varphi - 0$) à $\frac{\omega^2}{g}\frac{d^2\varphi}{dz^2}$.

» Cette relation s'écrit donc aussi

$$\frac{d}{dz}\left(\varphi + \frac{\omega^2}{g}\frac{d\varphi}{dz}\right) = 0;$$

et elle exprime que la somme $\varphi + \frac{\omega^2}{g}\frac{d\varphi}{dz}$ conserve, tout le long d'une verticale quelconque (x, y) de l'espace considéré, la même valeur zéro qu'au fond. Comme il en résulte alors l'égalité de $\frac{d\varphi}{dz}$ à $-\frac{g}{\omega^2}\varphi$ et, par suite, pour φ, une formule telle que

$$(14) \qquad \varphi = e^{-\frac{gz}{\omega^2}}F(x-\omega t),$$

où F désigne une fonction arbitraire, l'équation $\Delta_2\varphi = 0$ devient

$$F'' + \frac{g^2}{\omega^4}F = 0.$$

Or celle-ci impose à la fonction $F(x-\omega t)$ la forme $C\sin\frac{g(x-\omega t)}{\omega^2}$, avec C positif, abstraction faite, dans l'arc du sinus, d'une constante arbitraire qu'annulera un choix convenable de l'origine soit des abscisses x, soit des temps t. Enfin, l'équation (8) donnera simplement, pour le po-

tentiel Φ dont les dérivées partielles en x et z sont les déplacements ξ et ζ,

$$(15)\quad \begin{cases} \Phi = C\frac{\omega}{g}e^{-\frac{gz}{\omega^2}}\cos\frac{g(x-\omega t)}{\omega^2} = C\frac{\omega}{g}e^{-\pi\frac{z}{L}}\cos\left(\pi\frac{x}{L}-\pi\frac{t}{T}\right), \\ \text{où}\quad \frac{\pi}{L}=\frac{g}{\omega^2},\ \frac{\pi}{T}=\frac{g}{\omega}\quad \text{et, par suite,}\quad T=\sqrt{\pi\frac{L}{g}}. \end{cases}$$

» Il en résulte pour ξ et ζ les valeurs pendulaires de Gerstner, puis, en substituant la première expression (15) de Φ dans le troisième membre de (10), la formule simple $p = \rho g z$, montrant que chaque molécule éprouve durant son mouvement, du moins à une première approximation, une pression constante, égale à celle qu'elle subirait à l'état statique si, dans cet état, elle occupait sa situation moyenne effective (x, z). Or, à cette première approximation, elle pourrait, en effet, l'occuper; car la même valeur (15) de Φ, ou plutôt ses dérivées ξ et ζ en x et z, portées dans l'équation de continuité (4) réduite à ses termes linéaires, donne simplement $\frac{d\zeta_0}{dz} = 0$. C'est bien dire que le déplacement vertical ζ_0, au-dessous des situations moyennes (x, z), propre à conserver au fluide censé mis en repos la densité qu'il a dans l'état de mouvement, a la même valeur pour toutes les molécules évoluant autour d'une même verticale (x, y), et s'annule ainsi à tous les niveaux comme au fond, où le repos persiste [1].

» III. Les lois de Gerstner étant ainsi démontrées nécessaires à une première approximation, il y a lieu de passer à une approximation plus élevée, en gardant, dans les équations (2) et (4), les termes non linéaires. Comme nous pourrons substituer à ceux-ci, sauf erreur très petite par rapport à eux-mêmes, les expressions pendulaires précédentes de ξ et ζ, qui donnent $\frac{d^2(\xi,\zeta)}{dt^2} = -\frac{\pi^2}{T^2}(\xi,\zeta)$, les deux derniers termes de (2) deviendront ensemble

$$-\frac{\pi^2}{T^2}\left(\xi\frac{d\xi}{d(x,z)}+\zeta\frac{d\zeta}{d(x,z)}\right) = -\frac{d}{d(x,z)}\frac{\pi^2(\xi^2+\zeta^2)}{2T^2};$$

et ces termes, transférés dans les premiers membres, permettront encore

(1) J'avais déjà indiqué en 1885 les diverses parties de la démonstration précédente, mais en adoptant pour variables x, z les coordonnées *actuelles* et non les coordonnées *moyennes* de circulation. (Voir p. 721 de mon Volume intitulé *Application des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, avec des Notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse.*)

de réduire les équations (2) à la forme $\frac{d(u, w)}{dt} = \frac{d\psi}{d(x, z)}$, où, seulement, l'expression de ψ, au lieu d'être (5), sera désormais

$$\psi = -\frac{p}{\rho} + gz + g\zeta + \frac{\pi^2(\xi^2 + \zeta^2)}{2T^2}. \tag{5 bis}$$

» A cela près, les mêmes conséquences exprimées par les formules (6), (7), (8) et (9) s'ensuivront, à savoir, l'existence, pour les vitesses u, w et pour les déplacements ξ, ζ, de deux potentiels respectifs φ et Φ, admettant encore les formules (6) et (8). Ainsi des potentiels de vitesses et de déplacements continuent à exister à une seconde approximation, *pourvu que les variables x, z choisies soient, par exemple, les coordonnées centrales ou moyennes, et non les coordonnées actuelles.*

» Mais la formule donnant la pression p se déduira de (5 *bis*) et non de (5). Elle sera donc, au lieu de (10),

$$\frac{p}{\rho g} = z + \zeta - \frac{1}{g}\frac{d\varphi}{dt} + \frac{\pi^2(\xi^2 + \zeta^2)}{2gT^2} = z + \frac{d\Phi}{dz} - \frac{1}{g}\frac{d^2\Phi}{dt^2} + \frac{\pi^2}{2gT^2}\left(\frac{d\Phi^2}{dx^2} + \frac{d\Phi^2}{dz^2}\right). \tag{10 bis}$$

» Or il en résultera, après avoir pris pour z la valeur constante de cette ordonnée moyenne à la surface libre $p = 0$, en différentiant par rapport à t le troisième membre, la même relation en φ qu'à une première approximation, savoir, la seconde relation (11); car le terme du deuxième ordre $\frac{\pi^2}{2gT^2}\left(\frac{d\Phi^2}{dx^2} + \frac{d\Phi^2}{dz^2}\right)$, évalué (sauf erreur d'un ordre plus élevé) par la première expression (15) de Φ, devient $\frac{\pi^2 C^2}{2g\omega^2 T^2} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}}$, quantité indépendante de t.

» Il en est de même des deux termes non linéaires de (4), c'est-à-dire du troisième et du quatrième, qui deviennent respectivement $\frac{d^2\Phi}{dx^2}\frac{d^2\Phi}{dz^2}$, $-\left(\frac{d^2\Phi}{dx\,dz}\right)^2$, et acquièrent pour somme, avec la même valeur approchée (15) de Φ, $-\frac{C^2 g^2}{\omega^6} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}}$. Donc la différentiation, par rapport à t, de l'équation (4), continue à donner $\Delta_2\varphi = 0$. Comme on n'aura pas moins les relations (12) pour $z = \infty$, la fonction τ sera encore nulle identiquement et les formules (14), (15) de φ, Φ subsisteront.

» IV. Mais l'équation (4), devenue

$$\frac{d\zeta_0}{dz} = -\frac{C^2 g^2}{\omega^6} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}} \quad \text{ou} \quad \frac{d}{dz}\left(\zeta_0 - \frac{C^2 g}{2\omega^4} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}}\right) = 0, \tag{16}$$

rendra l'expression entre parenthèses, dans (16), nulle partout comme elle l'est pour $z = \infty$; et, en désignant par R le rayon $\frac{C}{\omega}e^{-\frac{gz}{\omega^2}}$ de l'orbite circulaire décrite en vertu de (15) autour du point (x, z), ou par V la vitesse constante $\frac{\pi R}{T}$ avec laquelle cette orbite est parcourue, l'on aura, vu les formules (15) qui relient L, T et ω,

$$\zeta_0 = C^2 \frac{g}{2\omega^4} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}} = \frac{g}{2\omega^2} R^2 = \frac{\pi R^2}{2L} = \frac{V^2}{2g}. \tag{17}$$

» C'est dire que la situation de repos $(x, z + \zeta_0)$ de chaque molécule se trouve, au-dessous de son centre (x, z) de circulation, à une profondeur ζ_0 telle, que, si la molécule y tombait de ce centre en chute libre, elle acquerrait précisément sa vitesse effective V.

» Enfin, la formule (10 *bis*) devient successivement, par l'effectuation des calculs de son troisième membre et en appelant finalement Z l'ordonnée $z + \zeta_0$ de la situation d'équilibre ou de repos de la molécule, sur la verticale de sa situation moyenne (x, z),

$$\frac{p}{\rho g} = z + \frac{\pi^2}{2gT^2} \frac{C^2}{\omega^2} e^{-\frac{2gz}{\omega^2}} = z + \frac{\pi R^2}{2L} = z + \zeta_0 = Z. \tag{18}$$

Cela donne, pour la pression effective p subie par la molécule durant son mouvement, la même valeur $\rho g Z$ qu'à l'état de repos. La surface libre $p = 0$ correspond, en effet, comme on voit, à l'ordonnée nulle $Z = 0$; de sorte que le plan adopté des xy, propre à rendre p égal à $\rho g z$ pour z infini, se confond avec la surface libre de repos du fluide.

» V. En résumé, une houle cylindrique simple de haute mer, quand on fait abstraction des frottements, est aussi nécessairement régie par les lois de Gerstner à une seconde approximation qu'à la première. Et comme il se trouve que les formules de cette deuxième approximation satisfont en toute rigueur aux équations indéfinies (2), (4) du mouvement, ainsi qu'aux conditions concernant la surface libre et le fond ou à celles qu'entraîne la périodicité du phénomène, des termes du troisième ordre de petitesse, qu'on ajouterait aux expressions de ξ et ζ pour les compléter, n'auraient à figurer (sauf erreur relative négligeable) que dans les parties linéaires des équations du mouvement et, par suite, auraient les formes de ceux de première approximation, donnés par (15); ils se fondraient dans ceux-ci et n'ajouteraient rien à la solution déjà trouvée. De même, aucune approximation ultérieure ne la modifierait non plus.

» Les lois de Gerstner sont donc celles de toute houle cylindrique *simple* où s'observe l'évanouissement asymptotique du mouvement aux grandes profondeurs, du moins quand les déplacements ont d'assez faibles amplitudes, pour qu'on puisse négliger provisoirement leurs carrés et produits dans les équations du phénomène et appliquer ensuite la méthode des approximations successives. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison de l'azote libre avec les éléments du sulfure de carbone;* par M. **Berthelot.**

« 1. En poursuivant mes recherches sur l'argon, j'ai été conduit à reconnaître la combinaison directe de l'azote libre avec les éléments du sulfure de carbone. Cette combinaison a lieu par l'influence de l'électricité, employée sous forme d'étincelles, ou d'effluve.

» 2. Par exemple, on met en présence de l'azote pur (préparé au moyen des nitrites) et du sulfure de carbone, dans une éprouvette, sur le mercure, et l'on y fait passer un flux d'étincelles pendant plusieurs heures. En opérant sur 15^{cc} d'azote, sous la pression normale, volume porté à 25^{cc} (vers $20°$) par l'addition d'une petite quantité de sulfure de carbone liquide, on voit se précipiter aussitôt du carbone et du soufre, mélangés avec des sous-sulfures de carbone condensés; en même temps, l'azote se fixe sur les produits.

» Au bout de six heures d'étincelles, réglées par un interrupteur Marcel Deprez et une bobine d'induction, alimentée elle-même par un courant de dix ampères, j'ai observé une absorption d'azote s'élevant à 5^{cc} (1), et le phénomène n'avait pas atteint son terme.

» La présence du mercure n'est peut-être pas étrangère au phénomène. En effet, les produits renferment une petite quantité de sulfocyanure de mercure, décomposable par le sulfure de sodium, etc. On aurait dès lors

$$2CS^2 + 2Az + Hg = (CS^2Az)^2Hg.$$

» Toutefois une partie notable de l'azote est fixée dans des composés plus condensés, que l'on peut envisager comme dérivés du sulfocyanogène : $nCS^2 + Az - mS$.

» 3. L'effluve électrique donne lieu à des résultats plus nets encore,

(1) Après absorption du sulfure de carbone par la potasse alcoolisée.

attendu qu'elle ne précipite pas de carbone libre. En opérant pendant un temps suffisant, j'ai réussi à absorber la totalité d'un volume d'azote déterminé, sans résidu appréciable.

» Les produits renfermaient également un peu de sulfocyanure. Les gaz ne donnent lieu pendant la réaction à aucune fluorescence spéciale, je veux dire comparable à celle développée par l'argon et la benzine, dans les même sconditions.

» 4. Dans cet essai, après évacuation des gaz contenus dans le tube à effluve, et en évitant d'y laisser ensuite arriver la moindre trace d'air susceptible d'altérer les produits, j'ai chauffé les produits contenus dans l'espace annulaire compris entre les deux tubes eux-mêmes, cet espace étant rempli de mercure (1). J'ai opéré à l'aide d'une flamme enveloppante, en chauffant le système jusqu'à une température supérieure au point d'ébullition du mercure et qui s'est élevée jusque vers 500° et au-dessus, d'après mon estimation. Cette opération avait pour but de décomposer les produits condensés. Elle a régénéré, en effet, un volume sensible de sulfure de carbone. On a fait agir sur le gaz la potasse alcoolisée pour absorber ce composé, puis le chlorure cuivreux acide pour absorber une petite quantité d'oxyde de carbone (provenant de l'attaque des matériaux du verre) : le résidu représentait environ 2 centièmes du volume de l'azote absorbé. Cet élément n'avait donc pas été régénéré en dose notable, dans ces conditions, aux dépens du composé sulfocarboné; pas plus qu'il ne l'est de la benzine traitée de même, soit par la chaleur seule, soit par l'acide sulfurique concentré, après que la benzine a absorbé l'azote sous l'influence de l'effluve : ce que j'ai spécialement vérifié. »

CHIMIE. — *Nouvelle combinaison de l'argon : synthèse et analyse,* par M. **Berthelot**.

« 1. La connaissance de l'action du sulfure de carbone sur l'azote, soumis à l'effluve électrique, m'a engagé à essayer la même influence sur l'argon. L'expérience a pleinement réussi; elle donne lieu à une combinaison plus rapide et plus complète que celle produite avec la benzine, ne pa-

---

(1) On évacue auparavant à l'aide d'une longue pipette l'acide sulfurique étendu, renfermé dans le tube en forme de siphon, qui constituait le conducteur intérieur pendant la réaction de l'effluve.

raissant pas limitée, comme celle-ci, par des phénomènes d'équilibre. Le mercure intervient chimiquement, dans un cas comme dans l'autre, ainsi que je l'ai reconnu par mes nouveaux essais.

» 2. J'ai opéré sur $6^{cc},55$ d'argon, aussi pur que possible et tel que la benzine, employée en une seule fois, n'y déterminait pas (sous l'influence de l'effluve) une absorption directe supérieure à 9 centièmes. J'ai mis ce gaz en présence du sulfure de carbone liquide, vers 20°, température à laquelle la tension du sulfure de carbone s'élève à $0^{m},298$. On a tenu compte de celle-ci.

» Après trois heures d'effluve, dans les conditions décrites plus haut à l'occasion de l'azote, l'absorption de l'argon s'élevait à 11 centièmes du volume initial. Après huit heures, elle a monté à 17 centièmes.

» On a changé les gaz de récipient et l'on a ajouté une nouvelle dose de sulfure de carbone.

Une troisième réaction de l'effluve a porté l'absorption à......	22 centièmes
Une quatrième réaction »	34 centièmes
Une cinquième réaction »	39 centièmes

» On a changé de nouveau les gaz de récipient, on a ajouté une nouvelle dose de sulfure de carbone, et recommencé. L'absorption totale s'est élevée alors à 56 centièmes. L'argon ne représentait plus que $2^{cc},9$. Un accident a empêché de pousser plus loin cette expérience, qui avait duré soixante heures environ.

» Mais il n'est guère douteux qu'elle ne se fût terminée par une absorption totale. Elle ne paraît pas limitée par une réaction inverse et elle n'est pas accompagnée, à la pression ordinaire, par une fluorescence visible en plein jour et susceptible de donner lieu (à la lumière diffuse) à des raies spectroscopiques spéciales.

» 3. Ces divers caractères distinguent l'absorption de l'argon par le sulfure de carbone de son absorption par la benzine. En effet, celle-ci, est plus lente et limitée par des réactions de dissociation, qui arrêtent l'action directe, opérée en une seule fois, vers 9 à 10 centièmes, avec l'argon pur. A la vérité, en séparant l'argon non absorbé de ses produits, on peut renouveler l'action, mais toujours péniblement. Après soixante heures, avec renouvellement, je n'ai pas dépassé 16 centièmes (¹). Enfin, l'ab-

---

(¹) Les premiers essais que j'ai faits avaient été exécutés, ainsi que je l'ai dit précédemment, avec un argon mêlé de beaucoup d'azote, tel qu'il m'avait été remis; circonstance qui avait élevé les chiffres et la vitesse de l'absorption.

sorption de l'argon par la benzine détermine la formation d'une vapeur fluorescente, donnant, sous la pression atmosphérique, un beau spectre vert, visible en plein jour, dans lequel on distingue entre autres les raies de la vapeur de mercure ; c'est-à-dire l'indice de la présence d'un composé mercuriel volatil, formé dans la réaction de l'argon sur le carbure d'hydrogène. Au contraire, on n'observe aucune fluorescence de ce genre, sous cette pression, pendant l'absorption de l'argon par le sulfure de carbone.

» Je reviendrai bientôt de nouveau sur l'étude de cette fluorescence extraordinaire. Mais, en ce moment, je me borne à signaler qu'elle constitue une différence essentielle entre la combinaison de l'argon avec les éléments du sulfure de carbone et sa combinaison avec les éléments de la benzine. L'azote ne donne, non plus, rien d'analogue.

» 4. J'ai soumis le produit de la réaction à un examen spécial. Ce produit renferme naturellement du mercure, sans que l'on puisse décider si cet élément est associé avec l'argon dans un même composé. Traité par le sulfure de sodium, il n'a pas fourni des réactions analogues à celles du sulfocyanure, sauf une coloration jaune peu marquée (après acidification) avec les persels de fer.

» 5. J'ai réussi à régénérer l'argon du composé que je viens de signaler. Dans cette recherche nouvelle, j'ai évité de prendre le produit qui avait absorbé les premières doses du gaz, produit susceptible de renfermer l'azote, s'il en restait dans l'argon mis en œuvre.

» J'ai opéré sur le second produit, lequel avait absorbé $1^{cc},2$ d'argon ; j'ai soumis directement à l'action de la chaleur ce produit, dans les tubes mêmes où il s'était condensé sur le mercure, après évacuation complète des gaz et en opérant comme il a été dit plus haut à l'occasion du sulfure de carbone.

» Tandis que cette opération, effectuée sur le produit de l'absorption de l'azote par le sulfure de carbone, n'avait fourni qu'un résidu insignifiant; au contraire, avec le produit de l'argon, j'ai obtenu $0^{cc},62$ (1), c'est-à-dire un volume égal à la moitié environ du gaz absorbé. Ce nombre est trop faible d'ailleurs, attendu qu'une partie très considérable du produit condensé échappe à l'action de la chaleur, à cause de l'impossibilité de faire bouillir le mercure jusque dans la partie inférieure et évasée des

(1) Après action de KOH alcoolisée, puis de CuCl acide : ce dernier n'a exercé aucune action, ce qui montre l'absence de l'oxyde de carbone.

éprouvettes, où se trouve une portion de la matière transformée. La partie étranglée seule est portée vers 500°. Aussi les chiffres que j'indique ont-ils une signification purement qualitative, étant destinés à donner quelque idée de l'ordre de grandeur des phénomènes.

» J'ajouterai que j'ai fait subir au produit condensé, dans l'intervalle annulaire des deux tubes, trois chauffages successifs au rouge sombre, en évacuant chaque fois les gaz produits, et en les recueillant séparément. Leur volume brut s'élevait à plusieurs centimètres cubes, à cause de la régénération du sulfure de carbone, circonstance qui assure l'élimination plus complète des autres gaz. Le premier chauffage a fourni, après réaction de la potasse alcoolisée et du chlorure cuivreux acide et purification finale par la potasse :

	cc
Un volume égal à	0,41
Le second chauffage	0,20
Le troisième	0,01

» La décomposition par la chaleur s'est trouvée ainsi épuisée sur la portion de matière susceptible d'être chauffée au rouge sombre.

» 6. Pour vérifier si le gaz ainsi régénéré est réellement de l'argon, j'ai eu recours au seul caractère positif, réalisable immédiatement dans mes appareils : à savoir la production du spectre fluorescent développé à la pression ordinaire par la benzine. J'ai mis en œuvre des tubes à effluve de dimensions réduites et tels que $0^{cc},40$ du gaz régénéré en premier lieu y occupassent une longueur de 5 ou 6^{cm}. En opérant ainsi, j'ai réussi, en effet, à constater avec la netteté la plus complète, toujours sous une pression voisine de la pression atmosphérique, la fluorescence verte caractéristique de la combinaison entre l'argon et la benzine. Les $0^{cc},40$ ont été réduits d'ailleurs par là (en 8^h) à $0^{cc},35$: l'absorption ayant eu lieu avec la lenteur propre à l'argon et atteignant sensiblement la même limite. J'ai répété la même épreuve sur $0^{cc},12$ du gaz régénéré par le second chauffage, avec le même succès et en constatant également dans les deux cas l'existence des raies spécifiques de cette fluorescence, développée à la lumière diffuse et au voisinage de la pression normale.

» Cette expérience me semble capitale; car elle démontre que l'argon peut entrer dans une combinaison et en être régénéré, avec ses propriétés initiales. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du molybdène pur fondu.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Dans un travail précédent ([1]), nous avons démontré qu'il était facile de produire une fonte de molybdène, en chauffant au four électrique un mélange de charbon et de l'oxyde de ce métal; nous donnerons aujourd'hui la suite de nos recherches sur cette question.

» Rappelons d'abord que le molybdène, qui s'obtient à l'état pulvérulent par réduction du bioxyde dans l'hydrogène ([2]), n'a été fondu au chalumeau par Debray que sous forme de petits globules renfermant de 4 à 5 pour 100 de carbone ([3]).

» Pour préparer le molybdène, nous sommes partis du molybdate d'ammoniaque pur qui a été réduit en poudre, et introduit dans un creuset en terre réfractaire n° 12 qui peut en contenir 1^{kg}. Le creuset muni de son couvercle est chauffé au four Perrot pendant une heure et demie. Après refroidissement, l'oxyde se présente sous forme d'une poudre dense d'un gris violacé répondant à la formule MoO^2 ([4]). Une chauffe fournit de 760^{gr} à 770^{gr} d'oxyde. Cet oxyde est additionné de charbon de sucre en poudre, dans les proportions suivantes :

Oxyde	300^{gr}
Charbon	30^{gr}

» Dans ce mélange le bioxyde se trouve en notable excès par rapport au carbone. La poudre est tassée dans un creuset de charbon et soumise à l'action calorifique d'un arc produit par un courant de 800 ampères et 60 volts pendant six minutes. On doit éviter de fondre complètement le métal afin de laisser une couche solide au contact du creuset, qui serait vivement attaqué par le molybdène liquide.

([1]) H. MOISSAN, *Préparation au four électrique de quelques métaux réfractaires, tungstène, molybdène, vanadium* (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1225; 1893).

([2]) Le molybdène pulvérulent se prépare en réduisant au rouge sombre le bioxyde par l'hydrogène pur, puis en chauffant le métal obtenu dans un courant de gaz acide chlorhydrique.

([3]) DEBRAY, *Recherches sur le molybdène* (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1098; 1858).

([4]) Méthode de Bucholz pour la préparation du bioxyde.

» Dans ces conditions, on obtient un métal complètement exempt de carbone, et il est facile, en une heure, d'en préparer plus de 1kg.

» Si cette préparation dure plus de six minutes, le molybdène obtenu se liquéfie, ronge le creuset, se carbure, et l'on obtient une fonte de couleur grise, très dure et cassante.

» *Fonte de molybdène.* — Cette fonte possède une densité de 8,6 à 8,9, suivant sa teneur en carbone. Quand elle est saturée de charbon, elle est beaucoup plus fusible que le molybdène. Riche en carbone, elle est grise et cassante; à 2,50 pour 100 de charbon, elle devient blanche et ne peut que très difficilement être brisée sur l'enclume. Elle présente tous les caractères du molybdène étudié par Debray. Elle dissout rapidement le carbone, et, lorsqu'elle se refroidit, elle abandonne ce dernier sous forme de graphite, exactement comme la fonte du fer; cependant, lorsqu'elle est saturée de carbone, elle fournit un carbure cristallisé en fines aiguilles. La fonte grise de molybdène est très dure; elle raye l'acier et le quartz. En fusion elle fournit un liquide très mobile qui peut se couler tout en donnant à l'air de vives étincelles et d'abondantes fumées d'acide molybdique. Nous avons pu fondre et couler sans difficulté des lingots de 8kg à 10kg. Ces fontes nous ont donné à l'analyse les chiffres suivants :

	Fontes blanches.			Fontes grises.	
	1.	2.	3.	4.	5.
Molybdène.......	95,83	»	»	»	92,46
Carbone combiné.	3,04	3,19	2,54	4,90	5,50
Graphite.........	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71
Scories..........	0,74	0,53	0,62	»	»

» *Carbure de molybdène.* — On prépare ce composé en chauffant au four électrique le bioxyde de molybdène avec un excès de charbon. Les meilleures proportions à prendre sont : bioxyde 250gr, charbon 50gr. Durée de la chauffe huit à dix minutes, avec un courant de 800 ampères et 50 volts. Lorsque l'on emploie un excès de charbon, on le retrouve dans la masse sous forme de graphite.

» Le culot obtenu a une cassure cristalline d'un blanc brillant. Il se clive avec facilité. Il s'écrase rapidement sur l'enclume, et l'on peut en séparer de petits prismes allongés à cristallisation nette. Sa densité est de 8,9, et sa composition répond à la formule Mo^2C.

» *Analyse.* — Dans les différents échantillons décrits dans ce Mémoire, le molybdène, après attaque par l'acide azotique, a été précipité sous forme de molybdate mercureux et finalement dosé à l'état de bioxyde.

Lorsque le carbure ne contenait pas de graphite, le carbone était séparé par le chlore pur et sec, puis dosé, par combustion, dans l'oxygène, d'après le poids d'acide carbonique recueilli. Par cette méthode, les teneurs en carbone sont toujours un peu faibles.

» Nous avons obtenu les chiffres suivants :

	6.	7.	8.	Théorie pour Mo^2C.
Molybdène	93,82	»	»	94,12
Carbone combiné	5,62	5,53	5,48	5,88
Graphite	»	»	»	»
Scories	0,17			
	99,61			

» Si le carbure renferme du graphite, son attaque est faite par l'acide azotique dans une fiole à fond plat traversée par un courant d'oxygène. Les gaz dégagés passent ensuite dans un tube rempli d'oxyde de cuivre, la vapeur d'eau est retenue par un tube à ponce sulfurique et l'acide carbonique fixé sur de la potasse. De l'augmentation de poids des tubes à potasse on déduit l'acide carbonique et le carbone. Le liquide acide du matras donne, après filtration et lavage, le graphite, et le molybdène est dosé ensuite par l'azotate mercureux.

» Cette nouvelle méthode nous a donné comme résultats :

	9.	10.
Molybdène	92,60	91,90
Carbone combiné	5,15	5,43
Graphite	1,61	1,98

» En tenant compte du graphite et en faisant le rapport du molybdène au carbone on obtient les chiffres suivants :

	9.	10.	Théorie pour Mo^2C.
Molybdène	94,45	94,10	94,12
Carbone combiné	5,55	5,90	5,88

» *Molybdène pur fondu.* — Le molybdène pur a une densité de 9,01. C'est un métal aussi malléable que le fer. Il se lime et se polit avec facilité. Il se forge à chaud. Il ne raye ni le quartz ni le verre. Bien exempt de carbone et de silicium, il ne s'oxyde guère à l'air au-dessous du rouge sombre. Il peut se conserver plusieurs jours sans altération dans l'eau ordinaire ou chargée d'acide carbonique. En présence de l'air, au-dessous du rouge sombre, il se recouvre d'une pellicule irisée comme le fait l'a-

cier. Vers 600°, il commence à s'oxyder et donne de l'acide molybdique qui se volatilise lentement.

» Un fragment de molybdène, chauffé pendant quelques heures dans un tube de porcelaine incliné sur une grille à analyse, fournit, dans la partie supérieure du tube, un feutrage de cristaux d'acide molybdique. Le métal n'est recouvert d'aucun autre oxyde, et finit même par disparaître en laissant une belle cristallisation d'acide molybdique. Chauffé au chalumeau à gaz, un fragment de molybdène émet des vapeurs d'acide molybdique en quantité notable. Chauffé au chalumeau oxhydrique, il brûle sans fondre en fournissant d'abondantes fumées d'acide molybdique et un oxyde bleu fusible. Enfin, chauffé dans un courant d'oxygène pur, il prend feu entre 500° et 600° et, si le courant d'oxygène est rapide, la combustion peut se continuer sans l'intervention d'une source de chaleur étrangère.

» Cette combustion se produit avec une vive incandescence et peut fournir une belle expérience de cours.

» Le chlorate de potassium en fusion attaque le molybdène avec violence. Il suffit de fondre le chlorate et de projeter à la surface un fragment de molybdène pour voir ce dernier devenir incandescent et tournoyer sur le liquide.

» La température de la réaction s'élève rapidement; le molybdène brûle avec flamme, et il se dégage d'abondantes fumées blanches d'acide molybdique qui restent en suspension dans l'air sous forme de légers filaments blancs. Parfois, le fragment de molybdène est porté à une température assez élevée pour percer la paroi de la capsule qui est fondue au contact du métal.

» L'azotate de potassium en fusion fournit dans les mêmes conditions une réaction identique quoique moins violente avec formation de molybdate alcalin.

» Un mélange de molybdène et d'oxyde puce de plomb, chauffé dans un tube à essai, produit un très grand dégagement de chaleur et de lumière.

» Le soufre n'agit pas à 440°, mais l'hydrogène sulfuré à 1200° transforme le molybdène en sulfure gris bleuté, amorphe, ayant les propriétés de la molybdénite et laissant, par le frottement, une trace noire sur le papier.

» Le fluor n'attaque pas à froid le molybdène en fragments, mais lorsque ce métal est grossièrement pulvérisé, il se fait un fluorure volatil sans incandescence.

» Le chlore attaque le molybdène au rouge sombre sans incandescence

apparente. Avec le brome, l'action se produit au rouge cerise et sans grande intensité.

» L'iode est sans action au point de ramollissement du verre.

» Les fluorures d'argent, de zinc et de plomb sont décomposés, mais sans formation de fluorures volatils.

» Le perchlorure de phosphore, légèrement chauffé, attaque avec facilité le molybdène en fournissant un chlorure volatil, qui s'altère facilement, en présence de l'humidité de l'air, en prenant une belle coloration bleue.

» Cette réaction se produit avec la plupart des composés du molybdène métal, oxydes, sulfure, acide molybdique, et molybdates. Elle peut servir à déceler rapidement le molybdène métallique ou ses composés. Elle s'exécute de la façon suivante :

» Dans un petit tube à essai, on place un fragment de la substance à essayer, on l'additionne d'un peu de perchlorure de phosphore et l'on chauffe lentement. Il se forme des fumées rougeâtres de chlorure et d'oxychlorure de molybdène, qui se condensent en un anneau brun plus ou moins foncé. Lorsque la quantité de molybdène est très faible, l'anneau peut être à peine visible. Il suffira de l'abandonner quelques minutes à l'humidité pour le voir prendre une teinte bleue intense due à la formation du chlorure hydraté.

» L'action des hydracides sur le molybdène pur est à peu près comparable à celle qu'ils exercent sur la fonte de molybdène. Ces expériences ont été décrites, d'ailleurs, par différents observateurs : Bucholz, Berzélius, Debray. Nous rappellerons seulement que l'acide fluorhydrique ne l'attaque pas, mais qu'il suffit d'ajouter une goutte d'acide nitrique pour que l'attaque commence et se continue ensuite avec énergie. En présence d'un mélange à parties égales des deux acides, la dissolution est complète; il reste un liquide teinté de rose qui ne donne avec le ferrocyanure qu'une coloration rouge brun intense, mais pas de précipité. La masse, quelques heures après, se prend en gelée.

» Dans un courant d'azote, à la température de 1200°, le molybdène, en fragments ou en poudre, ne donne pas d'azoture.

» Le phosphore, au point de fusion du verre, ne s'y combine pas.

» Le bore se combine au molybdène à la température du four électrique en donnant un culot fondu couleur gris fer, renfermant des géodes tapissées d'aiguilles prismatiques.

» Dans les mêmes conditions, le silicium fournit un siliciure cristallisé, infusible au chalumeau oxhydrique.

» L'action du carbone mérite de nous arrêter quelques instants. Nous avons indiqué plus haut l'action du carbone sur le molybdène liquide, nous n'y reviendrons pas.

» Le molybdène pur, tel qu'il a été décrit précédemment, est un métal assez tendre, qui se lime très bien et qui ne raye même pas le verre. Si l'on vient à chauffer un fragment de molybdène pendant plusieurs heures, à une température voisine de 1500°, au milieu d'une masse de charbon en poudre, il se cémente, prend une petite quantité de carbone ([1]), et sa dureté augmente. Il peut alors rayer le verre. Si maintenant on le chauffe vers 300°, puis qu'on le plonge brusquement dans l'eau froide, il se trempe, devient cassant et prend une dureté telle qu'il raye le cristal de roche.

» Inversement, si nous prenons de la fonte de molybdène à 4 pour 100 de carbone, fonte très dure et cassante, et que nous en chauffions un fragment pendant plusieurs heures dans une brasque de bioxyde de molybdène, cette fonte s'affine et sa surface peut dès lors être limée et polie.

» J'attribue cette décarburation de la fonte solide à une température très éloignée de son point de fusion, à la facile diffusion des vapeurs d'acide molybdique au travers du métal.

» J'estime que ces propriétés pourront trouver quelques applications dans la Métallurgie.

» Lorsque dans un métal saturé d'oxygène, tel que celui qui s'obtient dans la première période du convertisseur Bessemer, on veut enlever cet oxygène, on ajoute du manganèse qui s'oxyde plus facilement que le fer, puis passe dans la scorie (Troost et Hautefeuille). On a proposé aussi d'employer l'aluminium qui a donné de bons résultats parce qu'il est très combustible, c'est-à-dire parce qu'il fixe l'oxygène, mais qui a l'inconvénient de produire de l'alumine solide. J'estime que le molybdène pourrait être utilisé dans les mêmes conditions; il aurait l'avantage :

» 1° De fournir un oxyde volatil, l'acide molybdique, qui se dégagerait immédiatement à l'état gazeux, en brassant toute la masse ;

» 2° Employé en léger excès, il laisserait dans le bain un métal aussi malléable que le fer et pouvant se tremper comme lui.

» La poudre de molybdène, que l'on a cherché à utiliser jusqu'ici, ne

---

([1]) Le molybdène pur chauffé dans un courant d'oxygène ne trouble pas l'eau de baryte. Lorsque ce métal a été cémenté il donne au rouge dans un courant de gaz oxygène un dépôt blanc de carbonate de baryum.

peut rendre les mêmes services, parce qu'elle brûle rapidement sur le bain, au contact de l'air, avant d'avoir produit aucune action utile.

Analyse du molybdène pur.

	11.	12.	13.	14.
Molybdène......	99,98	99,37	99,89	99,78
Carbone........	0,00	0,01	0,00	0,00
Scories.........	0,13	0,28	0,08	0,17

» *Conclusions.* — Le molybdène peut être obtenu pur et fondu au four électrique. Ce métal, à l'état de pureté, a une densité de 9,01. Il est aussi malléable que le fer ; à froid, il peut se limer, et à chaud, se forger. Chauffé dans une brasque de charbon, il se cémente et, par la trempe, fournit un acier beaucoup plus dur que le molybdène pur. Inversement, la fonte de molybdène, chauffée dans une masse d'oxyde, perd son carbone, s'affine et prend les propriétés du molybdène.

» En présence d'un excès de charbon, le molybdène fournit, au four électrique, un carbure défini cristallisé de formule Mo^2C. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'isocyanate de phényle sur les acides campholique, carboxylcampholique et phtalique*, par M. **A. Haller.**

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie des Sciences, j'ai montré que, dans certaines limites de température, le carbanile ou isocyanate de phényle agit comme un déshydratant vis-à-vis des acides carboxylés, en donnant naissance à des anhydrides, et qu'il se forme en même temps de la diphénylurée symétrique et de l'acide carbonique. Opère-t-on à une température plus élevée, les corps formés réagissent ensuite l'un sur l'autre pour fournir, suivant les cas, des anilides ou des phénylimides. S'agit-il d'acides monocarboxylés, comme les acides acétique, benzoïque, toluique, on n'obtient que des anilides ; opère-t-on, au contraire, avec des molécules bicarboxylées, il se forme des phénylimides quand ce sont des acides orthocarboxylés, comme les acides succinique et orthophtalique, qui sont soumis à l'expérience, et des dianilides, comme c'est le cas avec l'acide camphorique.

» Pour nous assurer de la nature de la fonction acide d'autres molécules, nous avons appliqué cette réaction aux acides campholique, carboxylcampholique, et avons cherché, en outre, comment se comporte le carbanile vis-à-vis des acides iso et téréphtalique.

» L'*acide campholique* $C^{10}H^{18}O^2$ traité par l'isocyanate de phényle, à une température ne dépassant pas 100°, donne naissance à de l'acide carbonique, de la diphénylurée symétrique et de l'anhydride campholique $\begin{matrix} C^{10}H^{17}O \\ C^{10}H^{17}O \end{matrix}\!\!>\!O$ fondant à 55°-56°, identique avec celui que M. Guerbet (1) a obtenu en soumettant l'acide à l'action de l'anhydride acétique.

Chauffe-t-on, au contraire, le mélange à 150°-160°, on obtient, à côté d'acide carbonique, un produit brunâtre qui renferme de l'aniline et de l'anilide campholique $C^{10}H^{17}O.AzHC^6H^5$ fondant à 90°-91°. Ce composé a déjà été signalé par nous dès 1892 (2) et a été reproduit depuis par M. Guerbet (3), en partant de l'anhydride campholique et de l'aniline.

» Toutes les tentatives faites pour obtenir une combinaison d'acide campholique avec l'isocyanate de phényle, c'est-à-dire la phényluréthane $C^8H^{17}\!\!<\!\!\begin{matrix} CO\,CO\,AzHC^6H^5 \\ | \\ CO \end{matrix}$, analogue à la phényluréthane de la benzoïne $\begin{matrix} C^6H^5 - CO - CHO - C^6H^5 \\ | \\ CO\,AzH\,C^6H^5 \end{matrix}$, ont échoué.

» L'acide campholique se comporte donc, à l'égard du carbanile, comme les acides benzoïque, toluique, etc., en un mot comme les acides monocarboxylés.

» *Acide hydroxycamphocarbonique, ou campholique carboxylé*

$$C^8H^{14}\!\!<\!\!\begin{matrix} CH^2.COOH \\ COOH \end{matrix}.$$

» Nous considérons cet acide comme un homologue supérieur de l'acide camphorique, et admettons qu'il tient sa fonction d'acide bibasique de la présence dans sa molécule de deux groupes carboxyles.

» Ces relations de composition n'impliquent cependant pas que ce composé doive fournir des dérivés analogues à ceux qui se rattachent à l'acide camphorique. Ainsi, quels que soient les moyens employés pour préparer l'anhydride interne de cet acide, c'est-à-dire l'homologue supérieur de l'anhydride camphorique, nous nous sommes toujours heurté à un insuccès.

---

(1) *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. VII, p. 403; t. II, p. 610.

(2) *Ibid.*, 3e série, t. VII, p. 403.

(3) *Ibid.*, 3e série, t. XI, p. 611.

» Il est probable que, en ce qui concerne la position des deux groupes carboxyles, l'acide carboxylcampholique présente, vis-à-vis de l'acide camphorique, les mêmes rapports que les acides adipiques et piméliques présentent vis-à-vis des acides glutariques ou succiniques, ou que les acides hydrotéréphtaliques vis-à-vis des hydrophtaliques méta ou ortho.

» Quand on maintient à 150°-170° de l'acide hydroxycamphocarbonique avec de l'isocyanate de phényle, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide carbonique, on obtient une masse dure, jaunâtre, qu'on lave avec un mélange d'éther et d'éther de pétrole et qu'on fait cristalliser dans du chloroforme bouillant. Le nouveau corps se présente sous la forme d'aiguilles enchevêtrées, blanches, fondant à 222°-223°, insolubles dans l'éther de pétrole, peu solubles dans l'alcool froid, solubles dans l'alcool bouillant d'où le corps se dépose en lamelles allongées terminées en biseau.

» L'analyse conduit à la formule $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO\,.\,AzHC^6H^5\\ CO\quad AzHC^6H^5\end{matrix}\right.$, ce qui en fait la dianilide de l'acide campholique carboxylé.

» Quand on chauffe cette dianilide avec de la potasse alcoolique jusqu'à la fusion, qu'on reprend la masse par l'eau et qu'on précipite la solution aqueuse par un acide, il se produit un précipité d'acide phénylamido-hydroxycamphocarbonique $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2.COOH\\ COAzHC^6H^5\end{matrix}\right.$ qui, purifié par cristallisation, fond à 203°.

» Des essais effectués pour obtenir la modification isomère de ce composé, c'est-à-dire le composé $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2COAzHC^6H^5\\ COOH\end{matrix}\right.$ n'ont pas encore abouti, mais il est probable qu'on pourra l'obtenir en traitant l'éther acide $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2COOCH^3\\ COOH\end{matrix}\right.$ par l'aniline.

» *Acides iso et téréphtaliques.* — Il était intéressant de s'assurer comment se comportent ces deux acides vis-à-vis de l'isocyanate de phényle, leur isomère, l'acide orthophtalique se transformant sous l'influence du carbanile, d'abord en anhydride phtalique, puis en phényl phtalimide, acide carbonique et aniline

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COOH\\ COOH\end{matrix}\right. + 2COAzC^6H^5 = CO^2 + C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ CO\end{matrix}\right\rangle O + CO\left\langle\begin{matrix}AzHC^6H^5\\ AzHC^6H^5\end{matrix}\right.$$
$$= C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ CO\end{matrix}\right\rangle AzC^6H^5 + CO^2 + C^6H^5AzH^2.$$

L'acide isophtalique chauffé à 150°-160° avec de l'isocyanate de phényle fournit de la *dianilide isophtalique* fondant vers 250°. Ce corps est insoluble dans la plupart des dissolvants, mais se dissout dans l'acide acétique cristallisable et bouillant, d'où il se dépose en aiguilles blanches.

» L'*acide téréphtalique* chauffé avec deux molécules d'isocyanate de phényle n'est pas modifié même à la température de 210°. Qu'on opère à l'air libre ou en tubes scellés, on retire acide et carbanile intacts. C'est à peine si ce dernier est légèrement coloré en brun.

» Nous continuons l'étude de l'action de l'isocyanate de phényle sur différentes molécules et, en particulier, sur des corps à fonction mixte, comme les acides alcools, les acides amides, les acides phénols, les acides phénols éthers, etc. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire d'Entomologie actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat,

M. Bouvier	obtient.	38 suffrages.
M. Künckel	»	5 »
M. Ch. Brongniart	»	4 »
M. Perez	»	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat,

M. Ch. Brongniart	obtient	33 suffrages.
M. Künckel	»	8 »
M. Perez	»	6 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Bouvier**.
En seconde ligne . . . . M. **Ch. Brongniart**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *von Helmholtz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Newcomb	obtient.	46	suffrages.
M. Schiaparelli	»	1	»
M. Suess	»	1	»

M. **Newcomb**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie, pour remplir la place devenue vacante par le décès de M. *R. Wolf*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Backlund	obtient	46	suffrages.
M. Backhuysen	»	1	»

M. **Backlund**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, pour remplir la place devenue vacante par le décès de M. *Cotteau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Kowalewsky obtient 42 suffrages.

M. **Kowalewsky**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jobert** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un dispositif spécial pour atteindre et explorer le pôle nord en ballon.

(Commissaires : MM. Faye, Daubrée, Blanchard.)

M. **Francisque Crotte** adresse une Note relative à l'emploi de l'aldéhyde formique pour la guérison de la phthisie.

(Commissaires : MM. Schützenberger, Potain.)

M. **Joseph Bonjean** adresse un Mémoire sur l'ergotine et demande que l'ensemble de ses travaux soit soumis à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **François Rogel** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur quelques relations numériques », et plusieurs Mémoires imprimés relatifs à diverses recherches mathématiques.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *H.-G. Zeuthen* intitulée : « Notes sur l'histoire des Mathématiques ». (Présenté par M. Darboux.)

2° La cinquième édition d'un Ouvrage de M. *Pouriau* ayant pour titre : « La Laiterie ». (Présenté par M. Dehérain.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Découverte d'une troisième radiation permanente de l'atmosphère solaire dans le gaz de la clévéite.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Moissan.

« Le gaz issu du minéral clévéite a déjà fourni deux des quatre radiations permanentes de l'atmosphère solaire qui n'avaient pas été encore rapportées à des corps terrestres (*Comptes rendus*, 16 juin 1895). Ces radiations permanentes, qui apparaissent toujours en chaque point du bord solaire, correspondent aux gaz constituants de l'atmosphère et ont une importance particulière.

» Or j'ai retrouvé encore dans le gaz de clévéite une autre radiation permanente du Soleil, la troisième du même groupe de quatre; elle est dans l'extrême rouge et a pour longueur d'onde 706,55.

» J'ai préparé, en effet, récemment un tube spécial extrêmement lumineux avec de la clévéite (¹) (mise aimablement à ma disposition par M. Friedel) et chauffée à 600° dans le vide. Le spectre a présenté dans l'extrême rouge deux raies qui n'avaient pas été aperçues dans ma première étude faite avec une lumière plus faible, et qui doivent être ajoutées au Tableau de ma Note précédente, Tableau dont je donne ci-contre le complément (²).

	Gaz de la clévéite.		*Chromosphère solaire.*		
	Intensités.	Longueurs d'onde.	Intensités.	Longueurs d'onde de Young.	Fréquence sur 100 observations.
Raies nouvelles de l'extrême rouge.	2	728,5 (³)	»	»	»
	4	706,55	20	706,55	100
Première partie du Tableau précédent.	5	667,8	50	667,83	25
	10	587,60 D_3	90	587,60	100 D_3

» La raie 706,55 qui est permanente comme la raie jaune D_3 de l'hélium (⁴), se retrouve aussi dans le gaz de clévéite. Sa longueur d'onde a pu être déterminée exactement avec un réseau, la raie, dans le spectre de deuxième ordre étant très voisine de la raie bleue 471,33, dans le spectre de troisième ordre. Par contre la raie 728, trop faible pour être vue avec le réseau, est déterminée avec une précision bien moindre.

» Cependant j'ai comparé la lumière du gaz de la clévéite à la lumière de l'argon qui a été préparé avec de l'air ordinaire et du lithium (aimablement donné par M. Berthelot). Or les deux lumières ont au moins une radiation commune, qui est justement la raie λ 706,55. Déjà M. Ramsay a

(¹) J'ai étudié aussi un autre minéral, l'yttrio-tantalite, qui, avec l'acide sulfurique, donne à peu près le même gaz que la clévéite, mais en quantité moindre.

(²) Suivant l'usage, les intensités dans le gaz de la clévéite sont comptées de 1 à 10, 10 étant la plus forte; dans l'atmosphère solaire, elles sont comptées de 1 à 100, 100 étant la plus forte.

(³) Ces raies de l'extrême rouge sont relativement peu intenses, mais il faut noter que, dans cette région, l'œil a une faible sensibilité.

(⁴) J'appelle *hélium* le gaz de la raie D_3, suivant la définition donnée il y a vingt ans par Frankland; mais les raies du gaz de la clévéite autres que la raie D_3 peuvent appartenir à d'autres corps simples.

annoncé un fait semblable, pour une raie rouge, mais sans donner aucune longueur d'onde; et bien que M. Crookes, dans sa liste des raies de l'argon, donne pour la raie la plus voisine de 706,55 une longueur d'onde notablement différente (λ 705,64), il est probable, en raison du manque de repères dans l'extrême rouge, que, dans les deux cas la même radiation est en cause. M. Ramsay ajoute que la coïncidence suggère l'existence d'un troisième élément commun aux deux gaz; et, en effet, une seule coïncidence, qui peut n'être qu'accidentelle, ne permet pas d'aller plus loin. Mais, à l'appui de cette suggestion, je citerai le fait suivant : la raie 706,55, dans les tubes d'argon, est variable d'intensité alors que les raies voisines de l'argon restent constantes.

» En résumé, la radiation permanente de l'atmosphère solaire λ 706,55 est émise par le gaz de la clévéite; et même elle semble annoncer un élément nouveau qui serait commun aux deux atmosphères solaire et terrestre.

» D'autre part, il n'y a plus maintenant qu'une seule radiation permanente de l'atmosphère solaire qui ne soit pas reconnue sur la Terre, c'est la raie verte λ 531,16, appelée *raie de la couronne;* elle se distingue, il est vrai, de toutes les autres, comme étant spéciale aux régions les plus élevées de l'atmosphère; et même cette particularité permet de supposer qu'elle appartient à un gaz plus léger que l'hydrogène ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations comparées de déclinomètres à moments magnétiques différents.* Note de M. **Ch. Lagrange**, présentée par M. Faye.

« J'ai fait, au cours des trois dernières années, à l'observatoire d'Uccle (Bruxelles), des observations comparatives de la déclinaison, donnée par l'appareil enregistreur et par d'autres appareils à moments magnétiques beaucoup plus faibles. Les différences qui se présentent ont un caractère systématique : on retrouve, modifiées en amplitude, les mêmes ondulations; mais, ce qui est particulièrement remarquable, ces ondulations sont *amplifiées* par la *diminution* (dans certaines limites) du magnétisme des appareils.

([1]) Les astronomes ont même déjà donné un nom à ce gaz et l'ont appelé *coronium*.

Ce travail a été fait dans le laboratoire de Spectroscopie de l'Observatoire, avec l'aide de mes deux assistants, MM. Mittau et Millochau.

» Le Tableau I renseigne, pour la période de six mois, août 1893-janvier 1894, les moyennes par décades de la déclinaison de l'enregistreur E et d'un appareil G. G est un déclinomètre constitué par le système de deux aimants opposés d'un grand galvanomètre de Meyerstein; il est installé (depuis les derniers jours de juillet 1893) dans le grand pavillon magnétique de l'observatoire. Les observations simultanées de E et G ont été faites chaque jour à midi. G est observé par le procédé de l'échelle et du miroir; les divisions de l'échelle croissent dans le même sens que la déclinaison, positive vers l'ouest, et la valeur angulaire d'une division $= 7',25$.

Tableau I.

	1893. Août.			Septembre.			Octobre.		
Décades.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
	14°+								
E....	55′,1	55′,2	56′,2	5′,57	55′,7	55′,5	53′,6	52′,1	52′,8
G....	d 22,01	26,08	25,70	21,01	20,18	17,52	13,65	10,19	12,80

	1893. Novembre.			Décembre.			1894. Janvier.		
Décades.	I.	II.	III.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
	14°+								
E....	52′,4	51′,0	50′,5	49′,5	47′,9	48′,8	48′,8	47′,8	48′,0
G....	d 12,77	9,95	4,34	3,47	−1,63	2,16	5,42	−5,41	−1,56

» Pour tracer le diagramme de ce Tableau et mettre en évidence la marche parallèle des deux appareils, on prendra l'échelle de G telle que 4^{div} soient, sur le dessin, équivalentes à 1′ de E.

» On voit ainsi que les ondulations G dessinent les ondulations E en les amplifiant de 15 à 25 fois (¹).

(¹) La réflexion suivante peut présenter le fait sous une forme particulièrement frappante. Les deux aimants du galvanomètre, si on les dirigeait dans le même sens, constitueraient une boussole de déclinaison dont la marche reproduirait (à des différences près ici négligeables) la série des valeurs E. En retournant l'un des aimants, on obtient un appareil à magnétisme considérablement diminué, mais qui a conservé même masse, même forme, etc. Les ondulations sont alors celles qu'indiquent les valeurs G, c'est-à-dire celles du premier cas amplifiées de 15 à 25 fois. Ce fait de l'amplification a lieu aussi bien avec la suspension par fil métallique qu'avec la suspension par fils de cocon.

» Le Tableau II donne, pour la période novembre 1893-avril 1895, les moyennes mensuelles de la déclinaison de l'enregistreur E et d'un appareil A placé dans le grand pavillon magnétique. L'aimant de A est une aiguille d'acier (longueur : 81^{mm}; diamètre : $0^{mm},7$), aimantée de telle manière que son moment est $\frac{1}{40}$ environ du moment de l'aimant E. Il est protégé par une enveloppe sphérique en celluloïde, *solidaire avec lui*, de diamètre un peu plus grand que la longueur de l'aiguille, le tout suspendu par un fil de platine (longueur : 1^{m}; diamètre : $\frac{1}{30}$ de millimètre) dans une cage en cuivre. Un très petit miroir fait partie de la surface de l'enveloppe. Les observations simultanées de E et A ont été faites chaque jour à midi. La déclinaison de A est connue à une constante x près.

	1893.		1894.						
Mois....	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.
E.....	14°+ 51',3	48',7	48',2	49',1	50',4	50',1	50',7	49',0	49',25
A.....	x+ 55',2	49,9	47,6	48,0	49,2	52,6	53,2	49,4	49,9

	1894.					1895.			
Mois....	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.
E.....	14°+ 49',19	48',8	47',2	44',6	43',9	43',6	44',0	44',5	45',5
A.....	x+ 48',3	47,2	44,4	42,0	39,8	39,6	41,1	41,6	42,2

» Terminons en disant que le fait de l'amplification des fluctuations, dont on vient de donner des exemples, s'observe également dans la suite des observations journalières, et même dans la période diurne du magnétisme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les transformations moléculaires de l'hydrate chromique*. Note de M. **A. Recoura**.

« Dans un Mémoire antérieur (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. IV), j'ai démontré l'existence de deux variétés d'hydrate chromique différant entre elles par leur capacité de saturation pour les acides :

» 1° L'*hydrate chromique normal* est le précipité que produisent les alcalis dans la solution d'un sel normal de chrome. Il est caractérisé par ce fait qu'il peut fixer 6 molécules d'acide chlorhydrique en dégageant $41^{cal},4 = 6 \times 6,9$ et en régénérant le chlorure chromique normal. On

doit donc le représenter par la formule

$$Cr^2(OH)^6 + Aq.$$

» 2° *Hydrate chromique des dissolutions vertes.* — J'ai démontré que, quand on décompose par un alcali une dissolution d'un sel de chrome préalablement rendue verte par l'ébullition, l'hydrate chromique qui se précipite ne peut fixer que 4 molécules d'acide chlorhydrique et est impuissant à en fixer davantage. On doit donc représenter cet hydrate par la formule

$$Cr^2O(OH)^4 + Aq,$$

et le considérer comme un anhydride incomplet dérivant de l'hydrate normal de la façon suivante :

$$Cr^2(OH)^6 = H^2O + Cr^2O(OH)^4.$$

Cet hydrate en se dissolvant dans les acides donne naissance à des liqueurs vertes qui sont des sels basiques, tels que Cr^2OCl^4 et $Cr^2O(SO^4)^2$.

» *Diminution de la capacité de saturation de l'hydrate chromique.* — Je me propose de démontrer dans ce travail que la capacité de saturation de l'hydrate chromique pour les acides peut diminuer encore davantage sous différentes influences et même devenir nulle.

» L'influence qui se prête le mieux à cette étude est celle qu'exercent sur l'hydrate chromique précipité les solutions alcalines. J'ai reconnu que *le fait de dissoudre l'hydrate chromique dans une lessive alcaline a pour effet de diminuer sa capacité de saturation pour les acides et de la diminuer d'autant plus que la dissolution a été plus prolongée.*

» Les expériences ont été faites de la façon suivante : On traite une solution de chlorure chromique par une quantité équivalente de soude et l'on précipite ainsi l'hydrate chromique normal. Puis on ajoute un excès de soude suffisant pour redissoudre le précipité [18 NaOH pour une molécule $Cr^2(OH)^6$]. On abandonne cette dissolution pendant un certain temps T. Au bout de ce temps, on neutralise exactement la soude par une quantité équivalente d'acide chlorhydrique et l'on reprécipite ainsi l'hydrate chromique, mais un hydrate chromique modifié. Pour caractériser sa modification, on mesure la quantité de chaleur q qui se dégage quand on le traite par 6 molécules d'acide chlorhydrique, c'est-à-dire par la quantité d'acide chlorhydrique que peut fixer l'hydrate normal non modifié.

» En faisant varier progressivement la durée T du séjour de l'hydrate

chromique dans la soude, on trouve que la chaleur de neutralisation q de cet hydrate va en diminuant à mesure que T augmente.

T...	0	10′	1^h	2^h	4^h	7^h	24^h	7^j	30^j	60^j
q....	41^{Cal},4	15^{Cal},8	11^{Cal},6	7^{Cal},8	5^{Cal},7	4^{Cal},8	3^{Cal},5	2^{Cal},4	1^{Cal},5	1^{Cal}

» Ainsi donc, *la chaleur de neutralisation de l'hydrate chromique modifié par la soude diminue de* 41^{Cal},4 *à* 1^{Cal} *quand la durée de son séjour dans la soude varie de* 0 *à* 60 *jours*.

» Je vais montrer que *cette diminution de la chaleur de neutralisation de l'hydrate chromique est due à une diminution de sa capacité de saturation,* c'est-à-dire à ce qu'une molécule d'hydrate fixe des quantités de plus en plus faibles d'acide.

» Pour s'en assurer, il suffit de faire agir les 6 molécules d'acide chlorhydrique sur l'hydrate, non pas en une seule fois, mais successivement, et de mesurer chaque fois la chaleur dégagée.

» On constate ainsi qu'après un séjour de dix minutes dans la soude, une molécule d'hydrate chromique peut fixer au plus trois molécules d'acide chlorhydrique, car l'addition de la quatrième molécule ne produit aucun dégagement de chaleur.

» Après un séjour d'une heure et quinze minutes, elle ne fixe plus que deux molécules.

» Après un séjour de trois heures, elle ne peut plus fixer qu'une seule molécule. Cette unique molécule d'acide dissout *instantanément* la molécule d'hydrate modifié avec un dégagement de chaleur de 5^{cal},8 et l'addition de cinq autres molécules ne produit aucun phénomène thermique.

» *Ainsi donc l'hydrate chromique, qui est une base hexatomique, s'est transformé, après un séjour de trois heures dans la soude en une base monoatomique comme les bases alcalines*. Cette base se dissout instantanément dans les acides en donnant des liqueurs vertes qui sont des sels basiques de chrome renfermant six fois plus de chrome que les sels normaux.

» A partir de ce moment (trois heures de séjour dans la soude), le phénomène devient différent. On constate bien que la quantité d'acide fixée par l'hydrate continue à diminuer à mesure que la durée du séjour a été plus grande; mais cette diminution provient de ce que l'hydrate chromique ne se dissout plus en totalité dans l'acide (ajouté même en excès). On obtient, en effet, des liqueurs troubles, de plus en plus troubles, et, finalement, après deux mois de séjour de l'hydrate dans la soude, l'acide ne dissout rien du tout. Ceci prouve que l'hydrate qui a séjourné plus de trois

heures dans la soude est un mélange d'hydrate soluble dans l'acide et d'hydrate insoluble, c'est-à-dire un mélange d'hydrate monoatomique et d'hydrate d'atomicité nulle.

» La soude exerce donc sur l'hydrate chromique une action déshydratante qui a pour effet de provoquer la formation, *progressive avec le temps*, d'anhydrides incomplets de l'hydrate hexatomique $Cr^2(OH)^6 + Aq$, formés avec élimination d'eau aux dépens des groupes OH de cet hydrate. En faisant varier l'action de la soude depuis o jusqu'à trois heures, on obtient toute une série d'anhydrides incomplets qui sont des bases dont l'atomicité décroît de 6 à 1. Une action plus prolongée conduit à l'anhydride proprement dit $Cr^2O^3 + Aq$, résultant de l'élimination totale de l'eau, qui n'est plus une base et est incapable de s'unir avec les acides étendus (1). Ces bases en se dissolvant dans les acides donnent des dissolutions vertes qui sont des sels très basiques.

» Cette modification produite par la soude paraît être définitive, car l'hydrate modifié ne reprend pas avec le temps sa capacité de saturation primitive, au moins dans les conditions de mes expériences.

» D'autres circonstances, telles que le contact de l'hydrate chromique avec l'eau bouillante, produisent dans sa capacité de saturation des modifications analogues à celles produites par la soude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons halogénées basiques des métaux alcalino-terreux*. Note de M. **Tassilly**.

« En continuant l'étude de l'action des oxydes sur les sels haloïdes métalliques, j'ai réussi à préparer, d'une part, un oxybromure et un oxyiodure de strontium, d'autre part, à l'état pur, l'oxybromure et l'oxyiodure de baryum déjà signalés par M. Beckmann (2), qui avait obtenu ces corps mélangés avec une certaine proportion d'hydrate.

» I. *Oxybromure de strontium.* — Pour préparer ce corps, on dissout à froid 300^{gr} de bromure de strontium cristallisé dans 250^{cc} d'eau, on ajoute 30^{gr} de strontiane pulvérisée et l'on porte à l'ébullition, puis on filtre.

» Pendant le refroidissement, il se dépose de très beaux prismes, que l'on a soin

(1) Cet anhydride $Cr^2O^3 + Aq$ est également incapable de se combiner avec les alcalis.

(2) *Journ. für prakt. Chem.*, n. F., t. XXVII, p. 132-136.

de séparer de l'eau mère avant le refroidissement complet. Ces cristaux essorés à la trompe, en prenant des précautions spéciales, afin d'éviter l'action de l'acide carbonique de l'air, sont finalement séchés entre des feuilles de papier à filtrer.

» L'oxybromure de strontium, ainsi obtenu, donne à l'analyse les chiffres suivants, le brome étant dosé à l'état de bromure d'argent et le strontium à l'état de sulfate.

	Trouvé.	Théorie.
Brome..............	30,43	31,18
Strontium...........	34,01	34,11

ce qui correspond à la formule $SrBr^2, SrO, 9H^2O$ obtenue par M. André [1]. Il n'est pas hygroscopique comme le bromure et s'altère sous l'influence de l'acide carbonique. L'eau le décompose.

» L'eau mère de la première cristallisation donne, après refroidissement, un mélange d'oxybromure et d'hydrate de strontiane; enfin, au bout de vingt-quatre heures il se dépose de l'hydrate de strontiane sensiblement exempt de bromure.

» II. *Oxyiodure de strontium.* — On prépare une solution saturée à froid de strontiane et dans 100^{cc} de cette solution, on dissout 100^{gr} d'iodure de strontium, puis on porte à l'ébullition. On réduit d'un tiers environ la liqueur et l'on filtre. Il se dépose de fines aiguilles d'oxyiodure de strontium. Les cristaux ainsi obtenus sont exempts de strontiane et d'iodure de strontium. Si l'on concentre l'eau mère, on obtient un abondant dépôt d'iodure de strontium cristallisé.

» Les rendements obtenus par cette méthode sont extrêmement faibles; mais c'est la seule qui ait pu nous permettre d'obtenir de l'oxyiodure pur, complètement exempt des corps générateurs.

» L'analyse des cristaux ainsi obtenus a donné :

	Trouvé.	Théorie.
Iode.............	29,05	29,1
Strontium.........	35,68	35,2

ce qui correspond à $2SrI^2, 5SrO, 30H^2O$.

» Contrairement à ce qui existe pour les sels de calcium, que j'ai déjà étudiés, l'oxyiodure est très différent de l'oxychlorure et de l'oxybromure. Il en est, du reste, de même pour le baryum, quoique la différence soit moins sensible.

» Les propriétés de ce corps sont sensiblement celles de l'oxybromure.

» En 1883, M. Beckmann a décrit un oxyiodure et un oxybromure de baryum; mais il n'a pu obtenir ces corps exempts de baryte. Les méthodes que j'ai employées pour préparer ces corps, dont je compte faire l'étude thermochimique, m'ayant donné de meilleurs résultats, j'ai cru devoir en dire quelques mots.

» III. *Oxybromure de baryum.* — On dissout à chaud 300^{gr} de bromure de baryum cristallisé dans 330^{cc} d'eau, on retire du feu et on ajoute avec précaution et par petites portions 30^{gr} de baryte caustique finement pulvérisée. On chauffe le mélange pendant quelques minutes et on filtre. Il se dépose pendant le refroidissement de

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 58; 1881.

fines aiguilles agglomérées en houppes soyeuses. Ce corps extrait de l'eau mère et traité comme il a été dit pour l'oxybromure de strontium a donné à l'analyse :

	Théorie.	Trouvé.	Nombres de M. Beckmann.
Brome	29,62	29,20	27,37
Baryum	50,07	50,04	50,48

ce qui fait attribuer à ce corps la composition $BaBr^2, BaO5H^2O$.

» Les nombres de M. Beckmann que je cite correspondent au mélange

$BaBr^2, BaO5H^2O$	92,80
$BaO, 9H^2O$	7,20

ainsi qu'il est dit dans son Mémoire.

» Je ne reviendrai pas sur les propriétés de ce corps indiquées par M. Beckmann.

» IV. *Oxyiodure de baryum.* — A une solution saturée à froid de baryte, on ajoute son poids d'iodure de baryum cristallisé. On porte à l'ébullition et on réduit le liquide d'un tiers environ, puis on filtre.

» Pendant le refroidissement, il se dépose des prismes incolores, très réfringents, que l'on a soin de séparer de l'eau mère avant le complet refroidissement. On les essore à la trompe et on achève la dessiccation sur du papier à filtrer.

» Le corps ainsi obtenu donne à l'analyse :

	Théorie.	Trouvé.	Nombres de M. Beckmann.
Iode	35,97	35,67	33,14
Baryum	38,81	38,62	37,05

» Ces nombres correspondent au corps $BaI^2BaO, 9H^2O$.

» Les nombres de M. Beckmann sont relatifs à un mélange formé de

$BaI^2BaO, 9H^2O$	92,11
$BaO, 9H^2O$	7,89

ainsi qu'il est dit dans son Mémoire, dans lequel se trouvent exposées les propriétés de ce corps.

» Dans une prochaine Communication, je pense pouvoir donner l'étude thermochimique d'un certain nombre de combinaisons halogénées basiques des métaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur les azotites doubles alcalins des métaux du groupe du platine : Composés de l'iridium.* Note de MM. A. Joly et E. Leidié, présentée par M. Troost.

« I. L'étude des azotites doubles de l'iridium et des métaux alcalins offre plus de difficultés que celle des composés correspondants du ruthénium (¹) et du rhodium (²).

» Suivant les conditions dans lesquelles on se place pour faire réagir les azotites alcalins sur les chlorures de l'iridium, on peut obtenir, en effet, soit des combinaisons complexes renfermant encore du chlore, soit des composés intermédiaires nitrés, qui restent mélangés au produit principal de la réaction. Ces produits accessoires sont toujours de la forme : $Ir^2X^6, 6KX$; X peut être soit Cl, soit AzO^2. Nous reviendrons plus tard sur leur étude qui a été autrefois ébauchée par Gibbs (³) et par Lang (⁴).

» Lorsqu'on ajoute un excès d'azotite de sodium au chloroiridate de sodium, on n'obtient aucun précipité, l'azotite double correspondant étant très soluble dans l'eau; il est d'ailleurs difficile de l'isoler à l'état de pureté, c'est pourquoi nous ne l'avons pas employé dans cette étude. D'autre part, la faible solubilité du chloroiridate de potassium s'oppose à ce qu'on effectue directement sa décomposition par l'azotite de potassium.

» Pour préparer l'azotite d'iridium et de potassium objet de cette étude, nous avons eu recours à une double décomposition. Une dissolution étendue de chloroiridate de sodium légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique et chauffée aux environs de 100° est additionnée d'azotite de sodium jusqu'à ce qu'elle soit décolorée tout en conservant une réaction légèrement acide, puis soumise à l'ébullition pour en chasser les vapeurs nitreuses. On l'additionne après refroidissement d'une quantité de chlorure de potassium suffisante pour précipiter tout l'iridium sous forme d'azotite double de potassium blanc et insoluble. On lave le précipité à l'eau froide et on le sèche à 100°-105°. Suivant que les lavages ont été plus ou moins prolongés, ce corps renferme des quantités de chlore variables (qui peuvent aller jusqu'à 10 pour 100).

(¹) Joly et Leidié, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 468.
(²) Leidié, *Comptes rendus*, t. CXI, p. 106.
(³) Gibbs, *D. chem. Gesell.*, t. IV, p. 280; 1871.
(⁴) Lang, *Journ. für pr. Chem.*, (1), t. LXXXIII, p. 415, et t. LXXXVI, p. 295.

» II. L'azotite insoluble d'iridium et de potassium qui a été préparé comme nous venons de l'indiquer commence à se décomposer vers 300°; à 360°, la décomposition s'accentue, mais elle est très lente et incomplète; à 440°, elle est rapide et complète : pour éviter les réactions secondaires dues à la présence de l'air, on a opéré dans le vide : c'est donc le produit de la décomposition effectuée à 440° dans le vide que nous avons étudié.

» Les produits gazeux recueillis à l'aide d'une trompe à mercure sont constitués par du bioxyde d'azote (de 96 à 97 pour 100) et par de l'azote (3 à 4 pour 100). Il reste une poudre noir-verdâtre, insoluble, qui, traitée par l'eau, lui cède du chlorure, de l'azotite et de l'azotate de potassium, et laisse un résidu noir.

» Celui-ci, soumis à des lavages répétés à l'eau pure se partage, dès que les eaux de lavage cessent d'être alcalines au tournesol, en une poudre noire très dense qui tombe rapidement au fond du vase et en un produit colloïdal brun foncé que l'on peut précipiter en ajoutant à la liqueur du chlorhydrate d'ammoniaque, qui paraît uniquement formé par du bioxyde d'iridium hydraté, et qui ne retient pas trace d'alcali.

» Les analyses de deux matières obtenues en poussant les lavages à l'eau distillée jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de constater dans ces eaux de lavages la présence du chlore, d'un azotite ou d'un azotate (I), ou en prolongeant encore ces lavages pendant quelque temps (II) conduisent à admettre les rapports suivants :

$$(I) : Ir^6K^{2,13}O^{13,95} \qquad (II) : Ir^6K^{2,08}O^{13,48}.$$

» Les deux produits avaient été desséchés à 100° dans le vide, et l'on a vérifié ensuite en les chauffant à 440°, soit dans le vide, soit dans un courant d'acide carbonique qu'ils étaient anhydres. On a vérifié également qu'ils ne renfermaient ni chlore, ni azote. Traités par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, ils dégagent du chlore en donnant une liqueur d'un vert foncé.

» Si l'on tient compte de la présence d'un petit excès d'alcali qu'il paraît bien difficile d'éliminer, on peut admettre que la composition de la substance ne s'éloigne pas de $Ir^6K^2O^{13}$ ou $6IrO^2.K^2O$, c'est-à-dire de

$$(IrO)^6O^5(OK)^2$$

qui serait le sel potassique d'un *acide hexairideux :*

$$6IrO(OH)^2 - 5H^2O.$$

Cette composition se trouve justifiée par l'analyse des gaz dégagés à 440°, et par la présence, parmi les produits solubles, de l'azotite et de l'azotate de potassium; on peut formuler ainsi la réaction

$$3[Ir^2(AzO^2)^{12}K^6] = (IrO)^6O^5(OK)^2 + 8AzO^2K + 8AzO^3K + 19AzO + Az.$$

» III. En élevant la température de décomposition de l'azotite, en opérant par exemple au rouge naissant dans un mouffle, on obtient, après des lavages prolongés à l'eau distillée, un produit analogue d'aspect au précédent, qui comme lui, est anhydre, ne renferme ni chlore, ni azote, et dégage du chlore sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré et chaud. La composition s'écarte aussi peu que possible de la formule

$$12IrO^2.K^2O$$

sel potassique d'un *acide dodécairideux*

$$12IrO(OH)^2 - 11H^2O. »$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tungstates acides ammoniaco-sodiques*. Note de M. **L.-A. Hallopeau**, présentée par M. Troost.

« Les paratungstates doubles de soude et d'ammoniaque, décrits jusqu'à ce jour, ont tous été obtenus par réaction entre un tungstate neutre ou acide de soude et un sel ammoniacal. Au cours de recherches sur les tungstates, j'ai observé que l'action directe de l'ammoniaque sur le paratungstate de soude donnait naissance à des composés cristallisés différents de ceux qui ont été précédemment signalés, mais présentant par leur composition des analogies avec des tungstates acides connus.

» Lorsque, dans une dissolution froide et un peu concentrée de paratungstate de soude $12TuO^3, 5Na^2O + 28H^2O$, on verse goutte à goutte de l'ammoniaque en excès, il se forme presque aussitôt un abondant précipité cristallisé. En redissolvant ce précipité dans l'eau chaude, et en soumettant la solution ainsi obtenue à l'évaporation dans le vide, on observe tout d'abord la production d'une quantité généralement faible de cristaux très petits, pour la composition desquels l'analyse m'a conduit à la formule

$$16TuO^3, 3Na^2O, 3(AzH^4)^2O + 22H^2O.$$

» Les résultats de l'analyse sont exprimés par le Tableau suivant :

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
$16TuO^3$	83,42	83,26	83,44
$3Na^2O$	4,17	3,46	3,31
$3(AzH^4)^2O$	3,51	3,46	3,66
$22H^2O$	8,90	»	»
	100,00		

» Ce sel perd 15 molécules d'eau à 100°, soit 6,05 pour 100 (théorie, 6,06).

» Les eaux mères de la cristallisation précédente laissent déposer par une légère concentration et en abondance des cristaux assez volumineux d'un paratungstate double de soude et d'ammoniaque, de formule

$$12TuO^3, 4Na^2O, (AzH^4)^2O + 25H^2O.$$

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Trouvé. III.
$12TuO^3$	78,78	78,50	78,32	78,13
$4Na^2O$	7,02	7,44	7,66	7,38
$(AzH^4)^2O$	1,47	1,17	1,26	»
$25H^2O$	12,73	»	»	»
	100,00			

» Ce sel perd 19 molécules d'eau à 100°, soit 9,31 à 9,58 pour 100 (théorie 9,67).

» Ce sont des prismes incolores, transparents, présentant des extinctions à 12° de l'axe d'allongement; les cristaux sont aplatis et offrent l'apparence de tables hexagonales. Ils sont très solubles dans l'eau.

» Ces deux tungstates acides se décomposent par la chaleur, au-dessus de 100°, en laissant un résidu noir contenant un azoture de tungstène.

» Par sa composition, le premier de ces corps, le tungstate ammoniaco-sodique de formule $16TuO^3, 3Na^2O, 3(AzH^4)^2O + 22H^2O$ se rapproche du tungstate acide d'ammoniaque $8TuO^3, 3(AzH^4)^2O + 8H^2O$, décrit par Marignac, et du tungstate $8TuO^3, 3(AzH^4)^2O + 9H^2O$, signalé par Laurent et probablement identique au précédent. Comme le tungstate acide de Marignac, le tungstate double que j'ai observé se présente en cristaux très petits, difficiles à isoler, et toujours peu nombreux ; dans certains cas, il est

impossible de le séparer du second tungstate acide, qui se dépose presque en même temps ([1]).

» Ce second corps, le paratungstate

$$12TuO^3, 4Na^2O, (AzH^4)^2O + 25H^2O,$$

qui se produit toujours très abondamment, en gros cristaux, faciles à recueillir à l'état de pureté, trouve naturellement sa place à la suite des paratungstates ammoniaco-sodiques :

$$12TuO^3, Na^2O, 4(AzH^4)^2O + 13H^2O \quad \text{(Knorre)},$$
$$12TuO^3, Na^2O, 4(AzH^4)^2O + 14H^2O \quad \text{(Gibbs)},$$
$$12TuO^3, 5[\tfrac{1}{4}Na^2O + \tfrac{3}{4}(AzH^4)^2O] + 12H^2O \quad \text{(Marignac)},$$
$$12TuO^3, 2Na^2O, 3(AzH^4)^2O + 15H^2O \quad \text{(Marignac)},$$
$$12TuO^3, 2Na^2O, 3(AzH^4)^2O + 18H^2O \quad \text{(Knorre).} »$$

STÉRÉOCHIMIE. — *Pouvoirs rotatoires de quelques dérivés amyliques à l'état liquide et à l'état de vapeur.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **A.-P. do Amaral**, présentée par M. Friedel.

« 1. Grâce aux savantes recherches de M. Gernez ([2]), on sait que le pouvoir rotatoire du camphre, des essences de térébenthine, d'orange et de bigarade conserve le même sens et à peu près la même intensité lorsque ces corps passent de l'état liquide à l'état de vapeur. Malgré l'importance de ces résultats, divers motifs nous ont engagés à reprendre l'étude des pouvoirs rotatoires d'un certain nombre de corps actifs, à l'état de vapeur : d'abord, nous avons pensé qu'il ne serait point inutile de nous assurer que les conclusions du travail de M. Gernez s'appliquent à un plus grand nombre de corps, d'autant plus que, depuis cette époque, on a découvert des corps actifs dont le pouvoir rotatoire varie considérablement avec la température, même à l'état liquide; en second lieu, parmi les corps liquides actifs, il y en a plusieurs dont les molécules ont une tendance marquée à s'associer en molécules complexes; on peut donc se demander si le pouvoir rotatoire dû à ces molécules complexes est le même que celui des molécules primitivement séparées, qui n'existent comme telles qu'à l'état de vapeur.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

([2]) Gernez, *Ann. Éc. Norm. sup.*, t. I, p. 1.

» Les corps que nous avons étudiés jusqu'à présent appartiennent tous au groupe des dérivés amyliques primaires; ils peuvent être divisés en deux séries, suivant qu'ils sont constitués à l'état liquide par des molécules simples ou complexes; à cette dernière série appartiennent l'alcool amylique actif et l'acide valérique qui en dérive; à la première, tous les autres composés dont il est fait mention dans cette Note.

» Nous renvoyons à un Mémoire, actuellement sous presse ([1]), la description complète de nos expériences et du tube polarimétrique spécial de 3^m de longueur, que nous avons fait construire pour les faire; nous désirons présenter seulement les principaux résultats de nos recherches.

» 2. En ce qui concerne d'abord l'étude du pouvoir rotatoire à l'état liquide, nous transcrivons, dans le Tableau I, quelques-uns de nos résultats relatifs à deux températures.

TABLEAU I. — *Pouvoirs rotatoires à l'état liquide.*

	A la température ordinaire.		A chaud.	
	$[\alpha]_D$.	*t.*	$[\alpha]_D$.	*t.*
A. — *Liquides à molécules simples.*				
Aldéhyde valérique........	+14,09	13°	+11,14	72,5°
Aldoxime valérique........	+11,13	20	+ 9,97	50,9
Acétate d'amyle..........	+ 2,54	18	+ 2,51	57,6
Valérate de méthyle.......	+14,63	18	»	»
Chloracétate d'amyle......	+ 3,00	26,8	+ 2,97	51,3
Diamyle.................	+10,01	19,9	»	»
Isobutylamyle............	+ 5,31	21	+ 5,20	65,2
Amylamine...............	— 1,58	20	— 1,67	67,1
Diamylamine.............	+ 5,59	18	+ 4,71	57,9
Bromure d'amyle.........	+ 2,51	18	+ 2,07	61,9
Iodure d'amyle............	+ 3,67	22	+ 3,13	64,6
B. — *Liquides à molécules polymérisées.*				
Alcool amylique...........	— 4,52	16	— 4,12	76
Acide valérique...........	+11,27	11	+10,84	59,5

» Il résulte de ces observations que le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température; pour l'amylamine seule, il augmente en valeur absolue. Pour l'aldéhyde valérique, cette diminution de pouvoir

([1]) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, 1895.

rotatoire est considérable; elle peut être attribuée à des circonstances spéciales indiquées plus loin.

» 3. Nos principales observations relatives aux vapeurs font l'objet du Tableau II, au sujet duquel il convient de donner quelques explications.

» Les pouvoirs rotatoires des vapeurs sont mesurés par rapport à la lumière blanche du bec Auer; pour les comparer aux valeurs de [α] relatives aux liquides, les rotations spécifiques $[\alpha]_D$ des liquides (par rapport à la lumière jaune des sels de sodium) ont été multipliées par 1,124, rapport des déviations observées sur l'alcool amylique, d'abord avec la lumière Auer, puis avec la lampe à sodium.

» Pour calculer les rotations spécifiques des vapeurs, on s'est servi des valeurs théoriques des densités de vapeur; pour chaque corps nous publions les valeurs extrêmes obtenues.

» Tableau II. — *Pouvoirs rotatoires à l'état de vapeur et à l'état liquide :*

	Rotation spécifique [α] à l'état de vapeur.		Rotation spécifique [α] à l'état liquide.
Liquides à molécules simples.			
1. Aldéhyde valérique..........	+ 7,1 à	+ 6,4	+14,6
2. Acétate d'amyle.............	+ 2,6	+ 3,2	+ 2,8
3. Valérate de méthyle.........	+14,3	+14,5	+16,4
4. Chloracétate d'amyle........	+ 1,9	+ 1,6	+ 3,1
5. Diamyle....................	+10,7	+10,9	+11,1
6. Bromure d'amyle............	+ 1,9		+ 2,8
7. Iodure d'amyle.............	+ 3,9	+ 4,1	+ 5,6
8. Amylamine.................	— 2,1	— 2,2	— 1,8
9. Diamylamine...............	+ 5,3	+ 5,9	+ 6,3
Liquides à molécules polymérisées.			
10. Alcool amylique...........	— 5,8	— 6,5	— 5,1
11. Acide valérique...........	+10,7	+10,9	+13,5

» Ces résultats donnent lieu aux observations suivantes :

» 1° En ce qui concerne les vapeurs, les rotations spécifiques inférieures à 3 sont déduites de très petites déviations polarimétriques (0°,15 à 0°,30); les différences observées entre les états liquide et gazeux sont alors de l'ordre des erreurs d'expérience. Dans ce premier groupe rentrent les corps 2, 4, 5 et 8. On ne peut donc affirmer qu'une chose, c'est que le sens du pouvoir rotatoire de ces quatre composés est indépendant de l'état de vapeur ou de liquide.

» 2° Pour les corps non polymérisés à l'état liquide, à rotations spécifiques plus considérables, soit le valérate de méthyle, le diamyle, la diamylamine et l'iodure d'amyle, le pouvoir rotatoire, à l'état de vapeur, est du même ordre de grandeur qu'à l'état liquide; il diminue un peu lorsque le corps passe du premier au second de ces états. Sur ce point, nos observations ne font que confirmer les belles recherches de M. Gernez.

» 3° Dans ce même groupe de composés, l'aldéhyde valérique fait seule exception et donne des valeurs de [α] notablement différentes sous les deux états. Cette exception est probablement due à une altération chimique de l'aldéhyde valérique qui paraît subir un commencement de condensation déjà à la température d'ébullition (90°-91°) et dont le pouvoir rotatoire varie avec le temps.

» 4° Pour les deux corps à molécules polymérisées (alcool amylique et acide valérique), le pouvoir rotatoire conserve le même signe et à peu près la même grandeur numérique sous les deux états de liquide ou de vapeur; à première vue, ces corps paraissent donc se comporter comme ceux à molécules liquides simples. Cependant la rotation spécifique de l'alcool amylique en vapeur est numériquement plus forte que la même constante relative à l'alcool amylique liquide, à l'inverse de ce qui se passe pour les corps liquides normaux (1). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les colloïdes de synthèse et la coagulation.* Note de M. **J.-W. Pickering**, présentée par M. Grimaux (2).

« Malgré les nombreuses recherches faites récemment sur la coagulation des matières protéiques, il n'a été accordé que peu d'attention à la solution du problème par la voie de la synthèse. Dans un Mémoire, publié il y a deux ans, je faisais remarquer que les expériences de M. Grimaux, si elles étaient confirmées, jetteraient une vive lumière sur les conditions

(1) Genève, Laboratoire de Chimie de l'Université.

(2) Il y a une dizaine d'années, j'ai communiqué à l'Académie des recherches sur des substances colloïdes obtenues par synthèse, substances comparables par leurs réactions aux matières albuminoïdes, et qui constituent pour ainsi dire de véritables albuminoïdes élémentaires : ce sont des corps de même fonction que les albuminoïdes. M. Pickering, au laboratoire de Physiologie *King's College,* à Londres, a repris ces recherches, a confirmé de tout point les résultats que j'ai obtenus, et a, de plus, étudié leur action sur l'organisme en injection intra-veineuse. E. Grimaux.

qui caractérisent et déterminent la coagulation des matières albuminoïdes par la chaleur. Le but des recherches de M. Grimaux a été de faire la synthèse de substances colloïdales simples et de les suivre dans leur passage de l'état soluble à l'état insoluble.

» Après avoir fait des expériences sur les trois colloïdes synthétiques (colloïde amidobenzoïque A, obtenu à 125°, colloïde amidobenzoïque B, obtenu à 135°, et colloïde aspartique C), je puis non seulement confirmer les observations de M. Grimaux, mais je puis ajouter que chacun de ces corps, outre qu'il se comporte chimiquement d'une manière remarquablement semblable aux albuminoïdes, produit, lorsqu'on l'injecte, en solution de 1 à 2 pour 100, dans les veines à des lapins, une coagulation intravasculaire.

» Diverses expériences montrent que ces corps ressemblent par leurs réactions aux globulines, et que, dans leur action physiologique, ils agissent d'une manière remarquablement semblable aux nucléo-albumines.

» *Injection intravasculaire des colloïdes.* — Les recherches d'Halliburton ont montré que les divers extraits de tissus désignés sous différents noms par divers observateurs, qui amènent la coagulation intravasculaire, sont toujours formés par une nucléine unie à une matière albuminoïde, et quoiqu'il se présente de légères variations dans le pourcentage des extraits des différents organes, cependant leur analogie et les réactions générales permettent de ranger tous ces corps dans la classe des nucléo-albumines.

» L'état actuel de nos connaissances permet d'établir qu'il y a deux classes de substances seulement qui peuvent produire la coagulation intravasculaire : 1° les nucléo-albumines, 2° le venin des serpents. Les colloïdes de Grimaux se comportent de même, comme le montrent les faits suivants :

» La méthode générale d'expérimentation a consisté à injecter des solutions de colloïdes synthétiques d'une richesse de 1,5 à 2 pour 100 dans la veine jugulaire interne des lapins préalablement anesthésiés par l'éther.

» Après l'injection d'un peu plus de 5^{cc}, l'animal meurt dans un délai variant de quelques secondes à deux ou trois minutes, sans présenter de phénomènes de dyspnée; les mouvements respiratoires cessent soudain, le cœur peut continuer à battre quelque temps après l'arrêt de la respiration. L'autopsie, faite immédiatement après la mort, montre qu'il y a une thrombose s'étendant dans tout le système veineux, dans l'aorte et dans les cavités du cœur, excepté, quelquefois, dans l'oreillette droite. La veine cave inférieure et la veine porte sont caractérisées par d'énormes caillots,

et, sous ce rapport, la coagulation est plus prononcée que celle qui est produite par l'injection de nucléo-albumines.

» Ce qui suit est un résumé de six expériences démonstratives; dans tous les cas, l'animal était anesthésié par l'éther.

» 1. *Lapin noir.* — 5^{cc} de solution à 2 pour 100 du colloïde A sont injectés dans la jugulaire interne. Exophtalmos prononcé et dilatation des pupilles. Mort subite due à l'arrêt de la respiration. Le cœur a continué à battre faiblement. L'autopsie immédiate a montré des caillots dans toutes les cavités du cœur, dans l'aorte et dans toutes les grosses veines.

» 2. *Lapin brun.* — 7^{cc} d'une solution à 2 pour 100 du colloïde B, injectés dans la veine, ont amené la mort. Caillots dans le cœur et les vaisseaux comme ci-dessus.

» 3. *Lapin brun et blanc.* — $42^{cc},5$ d'une solution à 1 pour 100 du colloïde C sont injectés. La respiration s'arrêta après 30^{cc}, mais se rétablit; $12^{cc},5$ de plus amenèrent la mort. Il y avait un caillot bien marqué dans le ventricule gauche, un caillot plus petit dans le ventricule droit et dans la veine cave inférieure. Le reste du sang était fluide, mais se coagula rapidement par transvasement.

» 4. *Lapin brun.* — 40^{cc} d'une solution de colloïde A à 1 pour 100 sont injectés. Le cœur continua à battre d'une façon régulière; pas d'exophtalmos. 100^{cc} d'une solution de chlorure de calcium à 1 pour 100 furent alors injectés et suivis d'une nouvelle injection de 5^{cc} de colloïde A. Pas de changements apparents dans l'état de l'animal. La trachée fut liée, l'animal mourut au premier degré de l'asphyxie : des caillots bien marqués furent trouvés dans le côté gauche du cœur, l'aorte, la veine porte, la veine cave inférieure, la veine pulmonaire et la jugulaire.

» 5. *Lapin brun.* — 25^{cc} de la solution à 1 pour 100 de colloïde C sont injectés; caillots très marqués dans la veine porte et la veine cave inférieure; le reste du sang fluide.

» 6. *Lapin noir.* — 30^{cc} d'une solution à 1 pour 100 de chlorure de calcium furent injectés. Le cœur s'arrêta; pas d'exophtalmos, pas de coagulation intra-vasculaire.

» Il est évident que les colloïdes synthétiques se comportent, quand on les injecte dans le système vasculaire, d'une façon très semblable à celle des nucléo-albumines; il est presque impossible de trouver une différence dans l'action de ces substances sur le sang.

» *Digestibilité des colloïdes.* — Au point de vue de la digestibilité, on a constaté qu'en maintenant les trois colloïdes à 38°, pendant quatorze jours, avec de la pepsine et de l'acide chlorhydrique à 2 pour 100, le colloïde B ne paraît pas digestible; le colloïde C se digère plus lentement que les fibrines et, après quatorze jours, la digestion était encore incomplète; mais le colloïde qui, avant la digestion, se colorait en violet par le sulfate de cuivre et la potasse, donne avec ces réactifs, au bout de deux jours seule-

ment de digestion, la couleur rose caractéristique des peptones et des protéoses.

» Le colloïde A se digère beaucoup plus lentement que le colloïde C, au bout d'une semaine seulement, il donne la coloration rose avec le sulfate de cuivre et la potasse; mais la plus grande partie du colloïde n'est pas digérée. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau gisement de cipolin dans les terrains archéens du Plateau Central.* Note de M. **L. de Launay**, présentée par M. Daubrée.

« Les gisements de cipolin sont rares dans les terrains archéens du Plateau Central. On n'en connaît guère que dans le sud-ouest : à Gioux (Corrèze), dans la région de Savenne (Puy-de-Dôme), à Chalvignac (Cantal) et à Sussac (Haute-Vienne); il peut donc présenter quelque intérêt d'en signaler un nouveau dans une région toute différente, au voisinage de Saint-Eloy, dans le nord du Puy-de-Dôme, presqu'à la limite de l'Allier. Ce cipolin présente, d'ailleurs, avec les amphibolites et les serpentines de la même région, une association qu'on retrouve souvent dans le reste du Plateau Central, en Bohême, etc., et qui tient évidemment à l'origine même de ces roches : nous croyons voir là une preuve que, dans l'ensemble des terrains archéens qui, pour nous, ne sont pas autre chose que des sédiments métamorphisés, les amphibolites et les serpentines connexes proviennent de la transformation chimique d'anciens bancs calcaires, comme les micaschistes sont d'anciens schistes et les leptynites des bancs de grès. Quand les calcaires ont simplement cristallisé sans subir d'actions silicifiantes et ferrugineuses, ils ont donné des cipolins; mais, presque toujours, ces cipolins renferment des éléments ferrugineux ou magnésiens, des parties talqueuses et serpentineuses, de l'amphibole, du grenat, du quartz, de la pyrite de fer, de même que, dans les amphibolites, non seulement l'amphibole, mais aussi le grenat, montrent la persistance des éléments calcaires.

» Nous remarquerons à ce propos que peut-être est-ce un abus de la systématisation, ou surtout un ressouvenir des anciennes théories, dans lesquelles on considérait les gneiss et les micaschistes comme la première croûte de consolidation du globe, de vouloir retrouver partout un même ordre de succession dans la série des terrains archéens, alors que les facies actuels de ces terrains, sur lesquels on se guide exclusivement, semblent n'être, en grande partie, que le résultat d'un métamorphisme plus ou moins avancé.

» Le gisement de cipolin en question est situé à 4^{km} nord-est de Saint-Éloy et 1^{km} à l'ouest du village de Moureuille (feuille de Gannat), sur le bord de la route de Moureuille à Saint-Éloy, un peu à l'ouest d'un ruisseau nord-sud qui descend se jeter dans la Bouble. On y a ouvert une carrière et installé un four à chaux depuis 1889. Sur le prolongement de cette lentille de cipolin, qui est dirigée N. 40° E. (avec plongement nord-ouest), à peu près parallèlement à la grande traînée houillère de Saint-Éloy, comme toutes les zones du gneiss de cette région, nous avons retrouvé, à 3^{km} de distance, un autre pointement de cipolin à 300^{m} à l'ouest des maisons du Poirier.

» La lentille principale de Moureuille est intercalée dans des schistes très micacés passant fréquemment aux micaschistes, qui constituent la roche dominante à l'est de Saint-Éloy. Les bancs qui surmontent immédiatement les cipolins sont des plaquettes à grain fin, légèrement amphiboliques. Le cipolin lui-même, qui apparaît sur 10^{m} à 12^{m} d'épaisseur et environ 100^{m} de long, est très nettement schisteux et sa schistosité, accentuée par des plans de quartz micacé que l'altération à l'air met en relief, est, comme celles des terrains encaissants, dirigée N. 45° E. avec plongement nord-ouest bien accentué. Vers le nord, cette lentille est brusquement coupée par une faille est-ouest, qui ramène le gneiss à son contact.

» Le simple examen à l'œil de ce cipolin montre qu'il est très chargé de quartz et de mica noir avec de grands cristaux d'amphibole, du grenat, de la pyrite, de la pyrrhotine et un peu de feldspath. Quand on en attaque un fragment par l'acide chlorhydrique, on voit bientôt apparaître son squelette quartzeux qui occupe une partie importante de la roche. Le résidu de l'attaque, pulvérisé et traité par la méthode des liqueurs lourdes, puis examiné au microscope, ne nous a pas fait découvrir de minéral nouveau, mais nous a montré que la pyrite et l'amphibole étaient en quantité beaucoup plus considérable qu'on ne pouvait le soupçonner en regardant la roche à l'œil nu.

» A 400^{m} ou 500^{m} à l'ouest de ce cipolin, on rencontre, dans les mêmes terrains archéens, généralement très voisins des micaschistes, une longue traînée d'amphibolite qu'on peut suivre, sur près de 4^{km} de long, du village des Rainauds au sud-ouest à celui du Poirier au nord-est. Cette amphibolite est très rubanée, surchargée de grenats (notamment aux Rainauds) et contenant parfois des parties calcaires.

» Vers le Poirier, ces amphibolites forment plusieurs veines dans les schistes micacés et, au milieu de ces veines, il existe une lentille de serpentine (qui, comme la plupart de celles de cette région, a moins de 100^{m}

de diamètre), avec un banc de cipolin immédiatement contigu. Comme il arrive souvent dans les terrains archéens qui contiennent des amphibolites, il y a là, vers le Châtel, plusieurs bancs de véritable leptynite.

» La serpentine du Poirier n'est, d'ailleurs, pas la seule de cette zone d'amphibolites et de cipolins, et, dans le hameau de Montcloux (entre Saint-Éloy et Moureuille), il en existe un beau pointement dirigé N. 85°E. avec plongement N.-O. Au nord, on aperçoit un dernier pointement d'amphibolite au nord du Grand-Châtel; puis cette roche disparaît ou, du moins, par suite de la minceur et de la décomposition fréquente de ses veinules, nous en avons perdu la trace; il n'en est pas moins vrai que cette zone d'amphibolites accuse nettement sur la carte la direction N.-E. des gneiss encaissants et fournit, dans une région dont la stratigraphie a été particulièrement difficile à démêler, un précieux indice.

» Dans une Communication antérieure (¹), nous avons appelé l'attention sur la nécessité qu'il y avait, pour étudier les dislocations si complexes du nord du Plateau Central, de suivre minutieusement à la trace les schistosités des gneiss. Pour cette recherche, que nous espérons avoir bientôt achevée sur toute une importante région du Bourbonnais, de l'Auvergne et de la Marche, les amphibolites en veines minces, étant donnée l'origine que nous leur attribuons d'anciens bancs calcaires transformés, sont un des guides les plus sûrs, et l'on peut d'autant mieux s'y fier dans la région de Saint-Éloy que ces veines y sont fort peu nombreuses, et qu'on ne risque pas par suite de confondre le prolongement de l'une avec celui d'une autre.

» Dans la région située à l'est de Saint-Éloy, nous n'en connaissons qu'une autre apparition en dehors de celle que nous venons de décrire : c'est à 10^{km} plus au sud et au sud de Menat, vers Saint-Rémy-de-Blot, sur 5^{km} à 6^{km} de long. Ces amphibolites, qui se rattachent peut-être par une courbe aux précédentes, sont là également dans les gneiss contenant des intercalations très fréquentes de micaschistes.

» A l'ouest de cette faille, au contraire, nous avons constaté que, si les amphibolites sont assez rares, les serpentines (avec lesquelles les amphibolites que l'on rencontre s'associent toujours) sont nombreuses et forment une quantité de petits pointements isolés de dimensions très restreintes et pouvant facilement passer inaperçus. Nous citerons seulement ceux des environs de la Celle, des Dagnaux et de Monchaujoux [SO de Montaigut (²)], qui doivent marquer une première traînée N. 30° E; puis ceux

(¹) Séance du 10 décembre 1888.
(²) Feuille de Gannat.

de Gournet, Mondoigt, Ronnet ([1]), qui constituent, à 6^{km} ouest de la précédente zone, une traînée parallèle, réapparition possible de celle-ci de l'autre côté d'un grand synclinal très bien marqué de Verlet à la Crouzille, Ars et la Celle; enfin les amphibolites de la prise d'eau de Commentry, de la Grange-Vernet, les serpentines de Montrobert, la Motte ([2]), Villebret et les Ménivaux, près Néris ([3]), qui paraissent décrire au sud du massif granitique de Néris [dont nous avons parlé dans une Communication récente([4])] une courbe parallèle à cette bordure et accusant ainsi le sens des plissements des terrains archéens de cette région.

» Toutes ces serpentines et amphibolites, en relation si intime les unes avec les autres, sont dans des terrains composés surtout de micaschistes et gneiss très micacés avec alternances de gneiss proprement dits. »

GÉOLOGIE. — *Les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durance.* Note de MM. **W. Kilian** et **A. Penck**, présentée par M. Fouqué.

« Dans la vallée de la Durance, les phénomènes fluvio-glaciaires ont laissé des traces établissant l'existence de *plusieurs glaciations*, séparées par d'importantes périodes de retrait des glaces et de creusement des vallées.

» Aux environs de Sisteron, trois terrasses de graviers peuvent facilement être distinguées; ces trois terrasses ne *sont point des terrasses d'érosion*. Elles sont généralement séparées par des affleurements du substratum, et l'on trouve dans les deux dernières des blocs remaniés de conglomérat, provenant des terrasses préexistantes.

» Leur pente est plus grande que celle de la vallée actuelle.

» Nous distinguerons :

» 1° Une *terrasse très ancienne* (épaisseur $30^m,18$), caractérisée par l'altération profonde de ses éléments; les galets de roches cristallines, en particulier, y sont décomposés; les feldspaths sont généralement kaolinisés. Ces éléments sont le plus souvent cimentés en un conglomérat qui, lorsque certains galets en disparaissant par décomposition y ont laissé des vides, peut être identifié au *Deckenschotter* et à la *Löcherige Nagelfluh* du nord de la Suisse. Cette terrasse occupe une position très élevée au-dessus du thalweg actuel de la Durance (environ 150^m). Elle existe à Valonne

---

([1]) Feuille d'Aubusson.
([2]) Feuille d'Aubusson.
([3]) Feuille de Montluçon.
([4]) Séance du 10 juin 1895.

(de Rouvières), à Picpus, au château de Mison, à Bellevue et (à 200^m au-dessus de la Durance) au nord-ouest du Poët. On ne la trouve pas en amont de ce dernier point.

» Ces alluvions possèdent beaucoup des caractères des cailloutis pliocènes récemment décrits, par MM. Depéret et Delafond, aux environs de Lyon et dans la Bresse, et rappellent les alluvions pliocènes du Comtat et les cailloutis des plateaux du Bas-Dauphiné.

» A Mison, ces alluvions reposent sur la surface lisse, érodée et lavée du Callovien, qu'elles ont admirablement moulée.

» 2° Une *haute terrasse*, puissante de 30^m à 40^m, occupe un niveau inférieur à la précédente, mais domine encore, en amont de Peyruis, de 80^m à 100^m le lit de la Durance. On la suit sur de grandes étendues; elle est admirablement développée aux environs de Sisteron (Briase, Saint-Domnin) et de Saint-Auban (Peyruis, Château-Arnoux). Ses caractères lithologiques permettent de la distinguer facilement de la précédente (cailloux granitiques non décomposés, rubéfaction moindre de l'ensemble, etc.). Ses éléments sont généralement cimentés; l'altération superficielle atteint 1^m à 2^m. La surface de la terrasse porte, à Château-Arnoux, une couche de *limon* analogue au *Lœss*.

» A peu de distance en amont de Sisteron (Soleillet, la Silve, etc.) on voit les graviers de cette haute terrasse présenter à leur partie supérieure des *intercalations de boue et de cailloutis glaciaires*, puis passer entièrement à des dépôts morainiques assez épais qui les recouvrent vers l'amont (gare de Mison). Ces moraines n'ont plus leur relief caractéristique; elles ont un aspect moins frais, plus oxydé que celles qui recouvrent la basse terrasse.

» En aval de Sisteron (Saint-Puy, Château-Arnoux, etc.) la partie supérieure de la haute terrasse consiste en une couche d'une épaisseur de 2^m à 10^m, formée de cailloux et de *blocs non striés*. Ces blocs sont surtout calcaires et de provenance subalpine, cependant on en remarque assez fréquemment qui proviennent de massifs éloignés (Bloc d'amphibolite de Signavoux, près Sisteron, etc.). Ils atteignent des dimensions considérables (36^{mc}), sont évidemment erratiques, mais portent tous les traces de blocs charriés par les eaux, alors que les stries ou surfaces polies indiquant une origine glaciaire leur font absolument défaut.

» 3° *Une basse terrasse* (Peyruis, gare de Saint-Auban, les Bons-Enfants, gare de Sisteron, Saint-Lazare, etc.) qui s'abaisse jusqu'au niveau des alluvions modernes en aval du pont des Mées, dont la surface est à 30^m environ au-dessus de la Durance et qui, en certains points, se continue au-dessous du lit de la rivière. L'altération y est légère et superficielle (50^{cm} à

peine), les galets n'y sont que faiblement cimentés et la composition en est plus homogène. La surface de cette nappe de gravier est complètement dépourvue de Glaciaire jusque près du Poët où surgit un *triple rempart* de *moraines frontales* (Saint-Andéol, le Poët, Rourebeau), sortes de bourrelets demi-circulaires (Amphithéâtre morainique), présentant une pente douce vers l'aval et un versant abrupt vers l'amont. En arrière de ces moraines que la rivière traverse en une gorge étroite (Thèze), vers le Monetier Allemont, *la dépression centrale* s'ouvre, large et tapissée de Glaciaires, sous lesquels les graviers de la basse terrasse se continuent, mais ne tardent pas à se terminer en biseau. Près de la Saulce, la basse terrasse a entièrement disparu.

» En amont de la Saulce, aucune des terrasses précitées ne se continue; la vallée est parfois encombrée de glaciaires. Mais, entre Montdauphin et Embrun, des alluvions fortement cimentées prennent un grand développement : elles occupent un niveau de 80^m à 130^m plus élevé que le lit de la Durance.

» Leur partie inférieure montre, entre Châteauroux et Gap et à Mont-Dauphin-Guillestre, une structure morainique (cailloux striés, etc.); à Embrun, elles sont *superposées à des moraines de fond typiques*. Cette nappe est coupée *obliquement* et recouverte par d'autres dépôts glaciaires qui reposent sur la surface polie (Embrun, Montdauphin) des alluvions.

» La terrasse d'Embrun-Montdauphin est donc nettement *interglaciaire;* elle correspond à un retrait d'au moins 70^{km} du glacier de la Durance. Sa présence entre deux couches de cailloutis glaciaires est *une preuve incontestable de la pluralité des glaciations dans le bassin de la Durance.*

» Des constatations, absolument analogues aux précédentes, peuvent être faites entre Gap et Serres, dans le bassin du Buech qui, par le col de la Freyssinouse (1005^m) recevait une branche du glacier de la Durance. En effet, la terrasse supérieure, très développée entre le grand et le petit Buech (à 180^m au-dessus du thalweg actuel) a *laissé des lambeaux jusque près du col de la Freyssinouse,* à une altitude de 1055^m à 1080^m, soit à 450^m au-dessus du lit de la Durance. Ses éléments sont intra-alpins et tout indique une origine fluvio-glaciaire.

» La haute terrasse de Saléon, etc. (Aspremont, Aspres) ne passe à des moraines que près de la gare de Veynes (moraines externes).

» La basse terrasse (de 10-20), vient correspondre aux moraines frontales de la Roche des Arnauds et de Montmaur (moraines internes).

» Ceci nous conduit aux conclusions suivantes : à l'époque des moraines externes, la vallée actuelle du Buech était *barrée* par la branche sud du glacier de la Durance, alors que les moraines frontales de la branche ouest occupaient les environs de Serres. Il devait donc exister, pendant la durée de la deuxième glaciation un *lac* entre Serres et Mison; les *alluvions inclinées* de Laragne avec leur stratification de delta, confir-

ment cette hypothèse et c'est sans doute lorsque le retrait du glacier de la Durance fit disparaître le barrage de Sisteron que s'effectua la débâcle, entraînant les blocs métriques qui, jusqu'à 15^{km} de Sisteron, couvrent la haute terrasse.

» *Résumé* : 1° Première glaciation s'étendant, d'une part, vers le nord-ouest jusqu'à Gap; d'autre part, vers le sud jusqu'en amont du Poët. Formation de la *terrasse supérieure* (*Deckenschotter*) en aval de ces points.

» 2° Creusement de vallées.

» 3° *Deuxième glaciation* s'étendant jusqu'à Veynes à l'ouest et à Sisteron au sud. En aval : Formation de la *haute terrasse*.

» 4° *Retrait* des glaces au moins jusqu'en amont de Montdauphin. Alluvionnement dans la haute vallée de la Durance. (*Alluvions interglaciaires* d'Embrun.) Continuation du creusement près de Sisteron.

» 5° *Troisième glaciation* s'étendant à l'ouest jusqu'à Montmaur, au sud jusqu'au Poët (moraines frontales). En aval : formation de la *basse terrasse*.

» 6° *Retrait* des glaciers vers les hautes régions alpestres. Creusement près de Sisteron.

» L'exposition et le climat de la région, en ne permettant pas aux glaciers d'atteindre la plaine et de s'y étaler, comme cela s'est produit au nord des Alpes et dans la région Lyonnaise, l'histoire des trois glaciations du bassin de la Durance s'est tout entière déroulée dans les limites restreintes des vallées encaissées qui se trouvent en amont de Peyruis.

» C'est là probablement, la raison pour laquelle les traces laissées par les phénomènes fluvio-glaciaires y sont si nettes et si facilement déchiffrables. »

GÉOLOGIE. — *De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âge différent*. Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Fouqué.

« Dès 1891, j'ai cherché à reconstituer la Carte géologique du fond de la lagune ou du lac aquitanien des Basses-Alpes.

» Depuis cette époque, j'ai étendu mes recherches à des parties plus intérieures de la chaîne des Alpes et je suis arrivé à reconstituer, dans la région située entre le Buech et la Bléone, entre le Pelvoux et le Mercantour, quelques-uns des plis anténummulitiques et antéaquitaniens.

» Au nord du synclinal d'Esparron, dans l'axe duquel l'Aquitanien repose sur l'Aptien, existait une zone anticlinale, passant par le Caire, Faucon, Turriers, dans laquelle la mollasse rouge ou les calcaires nummulitiques reposent sur l'Oxfordien

ou sur les calcaires du Jurassique supérieur. Au sud du synclinal de Feissal, qui forme le pendant de celui d'Esparron, s'étend la bande anticlinale d'Ainac et d'Esclangon avec mollasse rouge reposant encore sur les étages supérieurs du Jurassique. Les deux bandes anticlinales ainsi définies sont sensiblement parallèles à celle de Coste-Belle et délimitent, au nord et au sud, deux zones synclinales, où, de nouveau, les formations tertiaires se sont déposées soit sur le Crétacé moyen, comme à Furmeyer et Châtillon-le-Désert, soit sur le Sénonien, comme dans le Dévoluy et à Beynes, au sud de Digne.

» Il résulte de ces observations que la région située entre les vallées du Buech et de l'Asse a été affectée, au commencement de l'ère tertiaire, par des plissements dont les axes ont une direction moyenne O.S.O.-E.N.E. et dont la surface arasée a été recouverte par la mollasse rouge. Je crois être à même d'affirmer dès à présent que les plis anténummulitiques de la région située entre le Pelvoux et le Mercantour possèdent cette même direction et doivent être attribués au même système de plissements.

» Une bande synclinale se trouve marquée par les points où le Nummulitique repose sur le Sénonien (col de la Pierre, Laverq, Martinet); elle est limitée au nord-ouest par une zone où le Nummulitique est en contact avec des couches de plus en plus anciennes (Cénomanien-Néocomien), comme M. Kilian [1] a pu le constater sur le versant sud-ouest de la crête de la Blanche, près de Seyne. Au sud et à l'ouest de Barcelonnette, on observe, par contre, une bande anticlinale : M. Kilian et moi nous avons constaté que, dans la vallée du Bachelard, le Flysch s'appuyait tantôt sur le Lias, tantôt sur le Bajocien; dans les vallons de Terres-Pleines et de Clapouse, le Nummulitique repose sur une série renversée de couches du Trias, du Lias et du Jurassique moyen, et nous nous trouvons en présence d'un pli couché anténummulitique, *déversé vers le nord,* et possédant sensiblement la même direction que le pli d'Ainac et d'Esclangon, dont il paraît constituer le prolongement. Une nouvelle bande synclinale, allant de la Foux, près Allos, au Lauzanier, fait suite vers le sud-est à cette bande anticlinale : le Nummulitique y est supporté par le Crétacé supérieur. Mais les couches constituant le fond de la mer nummulitique paraissent s'être relevées rapidement dans la direction du massif du Mercantour, car déjà, aux sources de la Tinée, M. Léon Bertrand a vu les grès d'Annot reposer sur les schistes oxfordiens.

» Dans la direction du massif du Pelvoux le relèvement des couches est bien plus manifeste : les assises nummulitiques s'appuient successivement sur l'Aptien (Saint-Vincent), sur l'Oxfordien (Faudon, Pont-du-Fossé), sur le Lias (Champoléon), enfin, sur les terrains cristallophylliens. Depuis les travaux de Charles Lory, il ne peut plus subsister aucun doute que le massif ancien du Pelvoux ait été baigné par les eaux de la mer num-

(1) *Comptes rendus,* 21 octobre 1889

mulitique, et qu'il ait possédé, dès cette époque, son individualité tectonique, sinon orographique. Il est, d'autre part, à peu près certain que le massif du Mercantour a été dans les mêmes conditions, de sorte que les deux massifs cristallins, qui sont séparés aujourd'hui par la profonde trouée de la Durance, constituaient, avant le début de la transgression nummulitique, deux dômes isolés, réunis par une partie déprimée, plissée suivant des directions qui forment, avec la ligne des centres des deux dômes, des angles variant entre 45° et 90°. Les plis anténummulitiques de la trouée de la Durance n'ont donc pas la direction habituelle des plis alpins : ils semblent par contre se raccorder avec les plis antéaquitaniens des environs de Sisteron, qui ne sont autre chose que la prolongation des plis est-ouest de la rive droite de la Durance (montagne de Lure, montagne de Chabre, etc.), plis appartenant au faisceau ardescien.

» La région envisagée, plissée une première fois au début de l'ère tertiaire, a subi de nouveaux plissements beaucoup plus énergiques vers la fin de la période. Ce sont les plissements alpins, dus à une poussée dirigée du nord-est au sud-ouest; ils se *superposent* aux plissements subalpins (faisceau ardescien); les chaînes alpines et les chaînes subalpines, au lieu de former deux zones parallèles, comme dans le Dauphiné, se pénètrent, de sorte que leur limite exacte, entre la vallée du Buech et celle de l'Asse, est difficile à établir.

» Comme dans le Harz, comme en Bretagne (Barrois), comme en Savoie, il y a, dans le bassin de la Durance, superposition de deux systèmes de plis conjugués, mais *non orthogonaux, d'âge différent*.

» L'étude détaillée des plus extérieurs des plis alpins montre qu'il existe encore, entre ces plis et les plis anténummulitiques, une dépendance d'un autre ordre.

» Les plis du bord alpin se sont, presque partout, transformés en plis-failles, d'où il est résulté une disposition imbriquée des assises, qui se traduit sur la Carte géologique par des lignes de contact anormal. Le tracé de la plus extérieure de ces lignes est sinueux, festonné; il décrit une courbe qui présente deux rebroussements principaux, dont l'un, celui de Tanaron, est connu depuis longtemps, tandis que l'autre, celui de Turriers, a été mis en évidence par mes levés effectués dans ces dernières années pour le Service de la Carte géologique (1). *L'emplacement des deux arêtes*

---

(1) *Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de* 1894 (*Bull. Serv. Carte géol.*, n° 44, p. 116-120).

de rebroussement correspond exactement à l'emplacement des anticlinaux antérieurs au dépôt de la mollasse rouge aquitanienne.

» Les convexités du tracé des lignes de contact anormal correspondent, par contre, aux bandes synclinales du même système de plis. L'anticlinal de Viéris et de Coste-Belle est en relation avec un rebroussement de moindre valeur.

» Ces coïncidences sont de la plus haute importance, car elles permettent d'attribuer à la superposition des deux directions de plis les sinuosités des lignes directrices des chaînes alpines les plus extérieures, sinuosités qui, d'après M. Marcel Bertrand, se retrouveraient sur le versant italien, dans l'axe de la vallée de la Durance.

» Quoique les sédiments tertiaires se soient déposés sur un fond nivelé, il semble que les bandes correspondant aux anticlinaux anciens aient dû constituer des arêtes résistantes, des crans d'arrêt, opposant un obstacle à la propagation des plis alpins vers l'extérieur de la chaîne. Par contre, dans les bandes synclinales, cet obstacle n'aurait pas existé et les plis auraient pu s'y développer en courbes convexes, analogues à celles qui marquent la progression d'un glacier.

» J'explique de la même manière le grand charriage horizontal qui a fait avancer le bord de la zone du Briançonnais jusque dans l'Ubaye, l'Embrunais et le Haut-Champsaur, entre les deux massifs du Pelvoux et du Mercantour, qui fonctionnaient comme crans d'arrêt. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Jurassique et le Crétacé des îles Baléares* [1]. Note de M. **H. Nolan**, présentée par M. Fouqué.

« Un voyage récent aux îles Baléares me permet d'exposer la constitution d'ensemble des terrains jurassiques et crétacés de l'archipel.

» D'une part, la superposition de bancs à *Harpoceras opalinum* Rein. aux calcaires à *Harpoceras Lewisoni*, Simpson, indique que le Toarcien est entièrement représenté à Majorque et, d'autre part, la découverte, dans les Cordillères de cette île, d'une faune composée de : *Phylloceras Kudernatshi* Hauer, et *Perisphinctes arbustigerus* d'Orb., met en évidence l'existence, jusqu'ici incertaine, du Bathonien inférieur très pauvre, d'ailleurs, en fossiles, comme dans toute la région méditerranéenne.

---

[1] Ce travail a été rédigé au Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

» Le Séquanien à *Oppelia tenuilobata* Oppel affleure à Ivice dans les falaises du cap Falcon et dans la vallée du Figueral; à Majorque, sa place est tenue par des calcaires massifs sans fossiles.

» Les couches synchroniques du Kiméridgien septentrional renferment, avec *Waagenia Beckeri* Neumayr, *Phylloceras Loryi* Munier-Chalmas (in Gemellaro et Choffat), la faune typique de cet étage; celles qui sont l'équivalent du Portlandien (Tithonique des auteurs) ne manquent pas à Ivice, comme il avait semblé jusqu'ici, mais elles n'y présentent pas le facies grumeleux si général à ce niveau dans l'Europe méridionale, particulièrement en Andalousie et à Majorque. C'est, en effet, sous la forme de *marnes à fossiles pyriteux* que ces horizons apparaissent à Ivice, fait extrêmement rare jusqu'ici dans le Jurassique supérieur.

» Une zone plus récente, déjà crétacée, celle de Berrias, contient surtout des Ammonites: *Hoplites Boissieri* Pictet, *Holcostephanus Negreli* Math. Dans la grande Baléare, à Majorque, elle est plutôt riche en Pygopes (*P. triangulus* Lamk., *P. diphya,* colonna in Pictet).

» A cette dernière division succède en concordance le Néocomien marno-calcaire à Céphalopodes. Le sous-étage Valanginien, très peu net à Majorque, se fait remarquer à Ivice par la persistance des *Hoplites* du groupe de *H. Calisto* d'Orb. et la substitution fréquente de *Hoplites subneocomiensis* Mallada à *Hoplites neocomiensis* d'Orb. parmi les fossiles caractéristiques. C'est aussi au Valanginien que doivent être rapportées les marnes à *Ammonites* (*Saynoceras?*) *Geronimæ* Hermite; *Amm.* (*Saynoceras?*) *Cardonæ* Herm.; *Holcostephanus stephanophorus* Matheron. L'Hauterivien contient dans l'île de Majorque le *Crioceras Duvali* Leveillé, associé à des variétés locales de cette même espèce ([1]), mais ce sont surtout les *Holcostephanus Hispanicus* et *Holcost. beticus*, découverts et décrits par M. Mallada dans l'Espagne méridionale, qui donnent à ce sous-étage un caractère spécial que M. Nicklès a fait ressortir ([2]) dans le sud-est de la péninsule.

» Avec le Barrêmien, qui recouvre en concordance les étages précédents, le faciès cesse d'être exclusivement vaseux et à Céphalopodes. Aux deux extrémités de l'archipel, à Minorque et à Ivice, des *formations*

([1]) Nolan, *Note sur les* Crioceras *du groupe du* Crioceras Duvali (*Bull. Soc. géol. de France,* 3e série, t. XXI, p. 183).

([2]) Nicklès, *Recherches géol. sur les terrains secondaires et tertiaires de la prov. d'Alicante;* Paris, 1892.

côtières et récifales s'y intercalent en effet à plusieurs niveaux. Dans les assises inférieures où la faune comporte des Ammonites, les *Pulchellia*, *Holcodiscus* et *Holcostephanus* d'affinités andalouses et africaines prédominent (*P. Sauvageani* Hermite; *Holcod. Massugradæ* Coquand in Sayn; *Holcostephanus Douvillei* Nicklès. Au milieu des assises supérieures, les *Silesites*, *Desmoceras* et *Macroscaphites* l'emportent en nombre. Ex. *Silesites vulpes* Math., *Desmoceras Seguenzæ* Coquand in Sayn, *Macroscaphites striatisulcatus* d'Orb. sp. (espèce qui n'avait encore été signalée que dans l'Aptien). Les Rudistes des récifs sont surtout le *Matheronia Arnaudi* Math. sp., fréquent dans les chaînes subalpines du midi de la France.

» L'Aptien, qui manque à Majorque, s'étend transgressivement à Ivice sur les étages secondaires plus anciens. A sa base, les *intercalations côtières et récifales* sont la règle, les marnes à Céphalopodes l'exception. Dans ces dernières on n'a recueilli que *Hoplites Deshayesi* d'Orb., *Desmoceras Matheroni* d'Orb., *Acanthoceras Martini* d'Orb.; c'est-à-dire des espèces communes à la fois aux régions septentrionales et méridionales. Vers la fin de la période, le facies vaseux reprend le dessus et des calcaires compacts à *Hoplites furcatus* (*Dufrenoyi*) sont alors recouverts par des calcaires marneux à *Oppelia Nisodies*, Sarrazin, du niveau de Gargas.

» Aucune trace de l'Albien inférieur n'a jamais été relevée aux Baléares. Des marnes sableuses à bivalves, transgressives sur l'Aptien et subordonnées au Vraconnien d'Ivice à *Schlœnbachia inflata* Sow. et *Brancoceras varicosum* Sow. sp., sont probablement synchroniques d'argiles marneuses occupant, à Majorque, la même situation relative par rapport au Cénomanien. La faune très curieuse de ces argiles, qui a du reste conduit à les ranger dans le Gault supérieur, se compose surtout de : *Desmoceras planulatum* Sow.; *Desm. Timotheanum* Pictet; *Desm. latidorsatum* Mich.; *Phylloceras du groupe de Phyll. Goreti* Kilian; *Lytoceras Mahadeva* Stoliczka.

» Le dernier terme du Crétacé baléare consiste en calcaires cénomaniens à *Heterodiadema lybicum* Cotteau, couronnant les falaises de Llentrisca sur le détroit qui sépare Ivice de Formentera.

» En résumé, si des lacunes se sont produites dans le Jurassique baléare, elles se réduisent forcément aux suivantes. D'abord, absence totale ou partielle de l'Infra-Lias et du Sinémurien; ensuite non-existence des assises comprises entre le Callovien inférieur et l'Oxfordien moyen. A partir de cette époque jusqu'à la fin du Barrêmien à Majorque, jusqu'à la fin de

l'Aptien à Ivice, il ne semble plus y avoir eu d'interruption dans la sédimentation.

» Le manque de tout dépôt de l'Albien inférieur semble la conséquence d'une émersion générale de la région considérée.

» Ce phénomène a été suivi, à la fin de la même période, d'un retour de la mer (transgressivité), dont les témoins, qui subsistent aujourd'hui, ne nous permettent pas d'apprécier la durée.

» Au point de vue de la nature de la faune, on notera la prédominance presque constante du *facies à Céphalopodes* pendant toute la durée des temps jurassiques et crétacés, sauf à l'époque du Lias moyen (couches à Bivalves et à Brachiopodes de la Muleta), puis, plus tard, pendant la période qui s'écoula entre le Barrêmien moyen et l'Aptien supérieur et qui fut marquée par la répétition des *facies côtiers et récifaux*.

» Les Céphalopodes, dont beaucoup possèdent, jusqu'au Rauracien exclus, des affinités avec les espèces des mers occidentales et septentrionales, se rapportent, au contraire, à des types méditerranéens à partir de cet étage du Jurassique supérieur. Ce caractère cesse d'être aussi accentué dans l'Aptien, où, comme partout, on note un mélange de formes du Nord et du Midi, mais il reparaît ensuite avec la transgression albienne et dure encore à l'époque cénomanienne à laquelle les observations prennent fin. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Miocène de la vallée de Novalaise.* Note de MM. **J. Révil** et **H. Douxami**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La vallée de Novalaise, limitée à l'est par la chaîne de l'Épine mont du Chat, et à l'ouest par celle du mont Tournier, est remplie par des dépôts tertiaires (oligocène et miocène) formant un synclinal largement ouvert. Ce synclinal se continue au nord par Yenne, les marais de Lavour et le val Romey, et au sud par Saint-Laurent-du-Pont et Voreppe, où il se confond avec celui de Saint-Jean-de-Couz.

» L'oligocène consiste en marnes calcaires rougeâtres et en conglomérats calcaires à éléments très gros et peu roulés, qui appartiennent à l'*Aquitanien*. Ces assises sont remarquablement développées près du village de Gerbaix, où elles ont été signalées par l'abbé Vallet qui, le premier, y découvrit des fossiles. Elles sont assez bien con-

nues, grâce aux travaux de MM. Pillet (¹) et Hollande (²). On les retrouve également avec le même faciès derrière Aiguebelette, au hameau de Terre-Rouge.

» Le terrain miocène n'a été que sommairement décrit par Pillet. Nous nous en occuperons plus spécialement, car nous y avons distingué plusieurs niveaux dont nous avons pu préciser l'âge.

» La chaîne de l'Épine, en voûte souvent rompue ou érodée, forme à l'est de Novalaise un anticlinal complet (³). Les couches néocomiennes y sont redressées presque verticalement à inclinaison ouest. Elles affleurent sous la chapelle de Nôtre-Dame-de-Bon-Secours à l'état de calcaires jaunes marneux, représentant l'Hauterivien. Directement au-dessus et en concordance, viennent des grès verdâtres alternant avec des lits de cailloux et renfermant des dents de Squales et des Pectens (*Pecten præscabriusculus*, *P. Celestini*). Vient ensuite une mollasse sableuse verdâtre, où les dents de poissons sont également assez abondantes; sur ces bancs de mollasse passent des poudingues à cailloux impressionnés, qui sont, comme les assises sous-jacentes, redressés verticalement. Ces poudingues sont presque entièrement formés de galets de roches appartenant au Néocomien et au Jurassique supérieur; leurs dimensions atteignent souvent le volume de la tête. Cet ensemble appartient au Burdigalien.

» En descendant dans la vallée, on trouve sur ces assises, des mollasses sableuses jaunes verdâtres représentant le second étage méditerranéen (miocène moyen). Elles sont horizontales dans le centre de la vallée, mais se redressent à l'ouest vers le mont Tournier et le col de la Crusille où on les voit passer sur les grès à *Pecten* et les marnes aquitaniennes.

» A l'Épinette, au pied même de la montagne de l'Épine, on trouve un ensemble de couches qui diffèrent essentiellement de celles que nous venons de décrire; ce sont, de bas en haut :

» 1° Des grès sableux, jaunâtres bien lités avec des couches de poudingues;

» 2° Des couches argileuses dans lesquelles existent des lignites (deux galeries de

(¹) E. Pillet, *Étude sur les terrains quaternaires des environs de Chambéry*, p. 51; 1883.

(²) D. Hollande, *Contact du Jura méridional et de la zône subalpine aux environs de Chambéry*, p. 8; 1892. — *Terrains tertiaires oligocènes de la vallée des Déserts*, p. 13; 1895.

(³) Révil, *Étude sur le Jurassique moyen et supérieur du mont du Chat* (*Bull. Soc. hist. nat. Savoie*, t. II, p. 182; 1888).

recherches y ont été creusées, mais sont aujourd'hui recouvertes) avec nombreux restes de feuilles;

» 3° Un lit de cailloux arrondis à patine ferrugineuse;

» 4° De nouvelles marnes grisâtres et des marnes bleues fossilifères;

» 5° Puissant ensemble de couches de graviers avec lentilles de sable et bancs de grès, présentant à la partie supérieure des bancs de poudingues avec des galets de granite transformés en kaolin.

» On peut facilement étudier ce dernier ensemble de couches le long de la nouvelle route de l'Épine, où l'on voit le passage latéral des bancs de grès aux bancs de poudingues. Ces couches, sensiblement horizontales, présentent quelques ondulations et même paraissent en certains points se relever légèrement à l'ouest.

» Dans les marnes bleues nous avons pu recueillir les formes suivantes :

» *Helix Abrettensis* Fontannes. — Espèce miocène supérieure du Bas-Dauphiné et de l'Ain.

» *Helix Escoffieræ* Fontannes. — Espèce miocène supérieure du bassin de Visan.

» *Helix Delphinensis* Fontannes. — Espèce surtout miocène, existe dans le Plion inférieur de la Bresse.

» *Helix Nayliesi* Michaud. — Espèce pontique et pliocène.

» *Testacella Zellii* Klein. — Espèce du miocène supérieur.

» *Limnea* sp.

» Cet ensemble appartient au miocène supérieur (Pontique), et les lignites correspondent à ceux de la Tour-du-Pin. Les assises de ce niveau sont ici en complète discordance avec le Burdigalien. Cette constatation est extrêmement importante, car elle permet de préciser l'âge du dernier soulèvement de la chaîne.

» On peut suivre les couches supérieures du Pontique plus au nord par Gerbaix, Marcieux, Verthemex jusqu'aux environs de Meyrieux. Au sud, elles forment la butte sur laquelle est construite le château de Nances où l'on voit affleurer des poudingues interstratifiés à des grès sableux en tout semblables à ceux de l'Épinette. Ils reposent là sur les sables du second étage méditerranéen.

» Il existait donc à l'époque du Miocène supérieur, après le retrait de la mer du Miocène moyen, un lac pontique remplissant au moins tout le sud de la vallée de Novalaise dont les dépôts sont en complète discordance avec ceux plus ancien du Miocène moyen et inférieur, *montrant que c'est antérieurement à la formation Pontique que se sont produits les importants plissements qui ont donné à la région son relief actuel.* »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le sucre et le glycogène de la lymphe.* Note de M. A. Dastre, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai cherché à résoudre pour la lymphe les mêmes problèmes que d'autres physiologistes, dans le même temps, essayaient d'éclaircir à propos du sang. Je veux parler du sucre de la lymphe et de la manière dont il s'y détruit (glycolyse), et, en second lieu, de l'existence du glycogène dans le même liquide et de l'évolution qu'il y subit. La première question a été étudiée chez le chien et chez la vache; la seconde ne pouvait l'être que chez les grands animaux.

» I. *Sucre et glycolyse.* — Je pratique la fistule du canal thoracique chez le chien et je recueille la lymphe au moyen d'un tube bifurqué qui la conduit dans deux récipients A et B. Le premier contient une quantité d'alcool triple de la quantité de lymphe qu'on y recevra : celle-ci se coagule en arrivant et toutes les actions fermentatives qui pourraient altérer le sucre sont annihilées. Le second ne contient point d'avance d'alcool : les actions fermentatives destructives du sucre s'y produisent jusqu'au moment où il convient à l'expérimentateur de les arrêter par addition d'alcool. On analyse le sucre dans ces deux récipients par la méthode que j'ai décrite ailleurs ([1]). La première analyse donne le glucose existant dans la lymphe circulante et vivante; la seconde, la quantité subsistant après un laps déterminé. On peut donc suivre la marche de la glycolyse. Les chiffre suivants en rendent compte (chiffres moyens) :

» Quantité de sucre pour 1000 de lymphe $= 0^{gr},960$; après trois heures : $0^{gr},715$; après six heures : $0^{gr},204$; après douze heures : $0^{gr},186$; après vingt-quatre heures : traces.

» La conclusion est que le sucre se détruit dans la lymphe comme dans le sang. La glycolyse suit, dans les deux liquides, une marche sensiblement parallèle. Elle est à peu près complète, après vingt-quatre heures, aux températures ordinaires.

» L'inconvénient de ces expériences sur les petits animaux est que la récolte des deux échantillons de 20^{cc} ou 25^{cc}, nécessaires à l'analyse, exige environ deux heures, de telle sorte que l'on ne peut saisir les phé-

---

([1]) A. Dastre, *Les méthodes d'analyse du sucre et du sang* (*Archives de Physiologie*, 1891).

nomènes de début de la glycolyse, et, en second lieu, que l'on est obligé de prendre pour point de départ du phénomène un moment fictif correspondant à la moyenne entre le début et la fin.

» Ces inconvénients n'existent pas avec les animaux de grande taille chez qui la récolte de lymphe est assez rapide pour qu'on en puisse négliger la durée.

» Ma seconde série d'expériences a donc été exécutée chez une vache mise à ma disposition par M. Kaufmann, d'Alfort, et qui fournissait environ 1^{lit} de lymphe à l'heure.

» La marche de la glycolyse, dans ce cas, est exprimée par les chiffres suivants :

» Sucre de la lymphe pour $1000 = 0^{gr},345$; après quinze minutes : même quantité; après une heure et demie : $0^{gr},219$; après deux heures et demie : $0^{gr},127$; après 24 heures : traces.

» La glycolyse est nulle (ou compensée) dans les premières minutes qui suivent la prise de lymphe; elle marche rapidement dans les premières heures; plus lentement ensuite. Elle est presque achevée dans les vingt-quatre heures. La destruction est empêchée par l'ébullition préalable, par l'action de l'alcool : ce sont là des caractères d'une fermentation par ferments solubles. L'agent destructeur se comporte comme un ferment glycolytique. Son action est encore annihilée par l'oxalate de potassium à $\frac{1}{1000}$.

» Si l'on tient compte que l'oxalate de potassium n'empêche point l'opération inverse de production du sucre au moyen du glycogène, on devra penser que la glycolyse dans les premiers moments est bien nulle et non pas compensée. Il s'agit bien réellement d'un phénomène qui ne s'accomplit pas de la même manière chez le vivant; d'un phénomène de destruction cadavérique.

» II. *Glycogène de la lymphe.* — La question du glycogène de la lymphe se rattache à celle du glycogène du sang, question fort controversée et même résolue dans le sens négatif au moment où j'exécutais mes expériences. En tous cas, je me suis assuré que, chez le chien normal, les procédés classiques d'extraction du glycogène (procédés de Külz et de Brücke combinés) ne permettaient pas de déceler le glycogène dans le sang.

» D'autre part, au contraire, ils m'ont permis d'en démontrer l'existence dans la lymphe, tout au moins chez la vache sur laquelle j'ai opéré. Les expériences, que je ne puis que résumer ici et qui paraîtront ailleurs [1], m'ont permis d'établir les points suivants :

---

[1] *Archives de Physiologie;* juillet 1895.

» 1° La lymphe contient une quantité appréciable de glycogène que l'on peut obtenir au moyen des procédés habituels. Cette quantité, dans notre recherche, a atteint 0,097 pour 1000 (chiffre maximum);

» 2° Le glycogène est détruit dans la lymphe, en moins de vingt-quatre heures, par un ferment diastasique (lymphodiastase). Röhmann, d'autre part, a démontré l'existence d'un ferment de ce genre dans la lymphe;

» 3° Le glycogène paraît entièrement fixé sur les éléments figurés et absent du plasma liquide.

» Ce dernier fait confirme la doctrine qui fait du sucre (à l'exclusion du glycogène) la forme circulante des hydrates de carbone. »

PHYSIOLOGIE. — *Modifications de la chaleur rayonnée par la peau, sous l'influence de courants continus.* Note de M. **Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

« On admet que le courant continu qui ne provoque pas de contraction musculaire ne modifie pas la température d'un thermomètre placé sur la peau traversée par le courant. Nous avons recherché si un thermomètre placé à une certaine distance de la peau recevant la chaleur rayonnée demeurait également stationnaire.

» Nous nous sommes servi d'un thermomètre donnant le $\frac{1}{10}$ de degré, à réservoir plan, et formé par un tube enroulé en spirale. Ce réservoir était à une distance de 3^{cm} de la peau dans une cloche en verre de 60^{cc}, mastiquée sur l'arrière-train préalablement rasé de lapins immobilisés. La cloche était traversée par un courant d'air sec aspiré par une trompe débitant 8^{lit} toutes les cinq minutes.

» La surface cutanée recouverte par la cloche était de 54^{cq}.

» Nous avons utilisé le courant continu que l'usine centrale de Montpellier fournit sous un potentiel de 100 volts, et qu'une série de rhéostats métalliques et en graphite permet d'utiliser, médicalement et physiologiquement.

» Les électrodes étaient des plaques métalliques rectangulaires recouvertes de peau de daim. Deux électrodes de 25^{cq} étaient réunies ensemble et à un même pôle de la source électrique; on les disposait à la racine des cuisses. Une troisième électrode de 20^{cq} rattachée au deuxième pôle était sur la région lombaire. Une continuité aussi parfaite que possible entre les électrodes et la peau était assurée au moyen d'éponges bien mouillées avec de l'eau.

» Nos expériences se rapportent à 2 lapins A 2000^{gr}, B 2500^{gr} toujours en pleine digestion et mangeant pendant la durée des expériences.

» Le lapin attaché, nous attendions au moins deux heures avant de commencer les expériences afin que les températures fussent bien stationnaires. Dans chaque expérience, le courant passint pendant cinq minutes.

EXPÉRIENCES.

Lapin A.

Température extérieure.	I au courant.	Températures avant.	Températures pendant.	Températures après.	Observations.
12°,5	10 M.A	21,1	21,05	21,4	La température 21,4 s'est fixée une demi-heure après l'expérience.
	Différences.	−0,05	+0,35		
»	20 M.A	21,4	21,6	21,5	
		+0,2	−0,1		
»	30 M.A	21,5	22	21,65	
		+0,5	−0,45		
»	50 M.A	21,65	22,1	21,65	
		+0,45	−0,45		

Lapin C.

Température extérieure.	I au courant.	Températures avant.	Températures pendant.	Températures après.
14°,5	10 M.A	23,1	23,05	23,1
	Différences	−0,05	+0,05	
»	20 M.A	23,1	23,4	23,4
		+0,3	0	
»	»	23,4	23,7	23,5
		+0,3	−0,2	
»	30 M.A	23,5	23,8	23,7
		+0,3	−0,1	

» Le potentiel aux électrodes de 4 volts pour un courant de 10 M.A augmentait proportionnellement à l'intensité du courant.

» De ces expériences il résulte que la chaleur rayonnée qui, d'une façon générale subit une légère diminution pour une intensité de 10 M.A, augmente pour des intensités dépassant 20 M.A.

» Dans des expériences que nous avions faites précédemment pour de faibles intensités avec le courant d'une pile, nous avions toujours observé un abaissement, dans la chaleur rayonnée. Nous n'avons pas déterminé simultanément la température de la peau et la température rectale. L'expé-

rience montre en effet que le lapin réagit aux impressions périphériques par une augmentation dans la chaleur rayonnée. C'est ainsi qu'au début d'une expérience, si nous cherchons à déterminer sa température cutanée en appliquant un thermomètre à la racine de la cuisse, nous voyons le plus souvent le thermomètre qui accusait la chaleur rayonnée s'élever de plusieurs dixièmes de degré. Une action mécanique peut donc produire un effet analogue à celui du courant continu. Il y a cependant une différence que nous avons toujours observée. L'action mécanique cessant, le thermomètre revient rapidement à la température initiale. Le courant cessant de passer, la température baisse avec une grande lenteur et se fixe généralement à un degré supérieur au degré initial.

» Pour éviter les causes d'erreur, nous avons recherché les températures cutanée et rectale, la cloche enlevée et le courant passant dans les mêmes conditions.

» Voici quelques résultats fournis par les lapins A et C :

Lapin B.

I au courant.	Cutanée.	Température rectale avant.	pendant.	après.
10 M.A	Stationnaire	36,7	36,5	36,6
20 M.A	à 35°3	36,6	36,5	36,6
30 M.A		36,6	36,5	36,6
40 M.A		36,6	36,7	36,8

Lapin A.

10 M.A	36,3	38	37,9	37,8
20	Stationnaire	37,8	37,65	37,4
30		37,4	37,2	37,4
70 M.A		37,4	37,5	37,8

» Ainsi, sous l'influence des courants continus, la température cutanée ne subit pas de modification.

» La température rectale baisse du moins pour des intensités comprises entre 10 et 30 M.A.

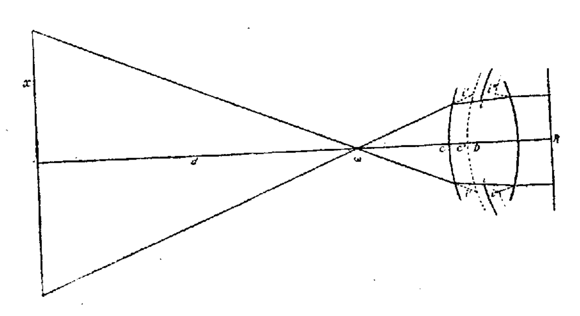
» Pour de plus fortes intensités pouvant produire des contractions généralisées, la température rectale s'élève. Nos électrodes étant sur les cuisses et sur la région lombaire, nous pouvons nous demander si les effets observés étaient dus à une excitation de la moelle ou des nerfs périphériques.

» Nous avons cherché à dissocier les actions du courant en mettant les électrodes dans un cas sur la région lombaire et la région cervicale, dans un autre à la racine des cuisses et sur l'articulation femoro-tibiale. Dans le premier cas, les variations de chaleur rayonnée étaient insensibles, dans le second elles étaient du même ordre que celles que nous avons indiquées. Ces modifications sont donc bien d'ordre réflexe; cela résulte, du reste, de ce que des actions mécaniques comme l'application d'un thermomètre produisent des effets analogues. »

PHYSIOLOGIE. — *Démonstration, par un nouveau pupillomètre, de l'action directe de la lumière sur l'iris ;* Note de M. CHARLES HENRY.

« Brown-Séquard a constaté, sur des iris de batraciens et de poissons séparés des parties postérieures de l'œil, que la pupille se contracte à l'approche d'une bougie et a attribué ce fait à une action directe de la lumière sur les éléments musculaires de l'iris, les éléments nerveux ayant perdu déjà, pensait-il, lors de l'expérience, toute irritabilité. Il y a lieu de se demander si l'iris de l'homme vivant est sensible à une action directe de la lumière. On ne peut songer à aborder le problème directement, à cause de la mobilité de l'œil et de l'extrême variabilité de la pupille. Voici l'artifice par lequel j'ai pu séparer la lumière qui tombe sur l'iris de la lumière qui tombe sur la rétine.

» Soit ω un très petit trou éclairé par un fond lumineux et placé au foyer antérieur de l'œil schématique, c'est-à-dire à $12^{mm},8$ en avant de la cornée (les constantes de l'œil schématique conduisent, comme on sait, à des résultats très concordants avec les



mensurations de l'œil réel; soient C la cornée, *i'i'* l'image de la pupille *ii* donnée par l'humeur aqueuse, c'est-à-dire égale aux $\frac{8}{7}$ de la pupille et située à $0^{mm},578$ de celle-ci, c'est-à-dire que $C'D = 0^{mm},6$; comme la distance de la cornée à la face antérieure du

cristallin est 4^{mm}, on a

$$\omega C' = 12^{mm},8 + 4^{mm} - 0^{mm},6 = 16^{mm},2.$$

L'image de la pupille qui se forme sur la rétine est l'image $i'i'$ donnée par l'humeur aqueuse. D'après la figure, on a sensiblement $\frac{C'i'}{\omega C'} = \frac{x}{d}$, en appelant d la distance du cercle lumineux au petit trou, x le rayon de ce cercle. On peut donc agrandir, dans un rapport quelconque, $C'i'$ en éloignant le fond; si $d = 10\,\omega C' = 16^{cm},2$, on a $x = 10 C'i'$, c'est-à-dire que chaque millimètre de diamètre de la pupille est mesuré par 1^{cm} de diamètre du fond lumineux.

» C'est le rapport qui a été réalisé dans mon nouveau pupillomètre, construit par M. Ph. Pellin. Cet appareil consiste en un tube formé de trois tubes de diamètre de plus en plus grand à partir du tube oculaire : le premier muni d'un obturateur percé du petit trou et d'une coquille qui permet de fixer l'œil à la distance voulue, le dernier bouché par un verre dépoli de 10^{cm} de diamètre sur lequel ressortent en blanc, avec des nombres, des cercles concentriques. Toutes les portions périphériques du verre dépoli qui ne sont pas perçues par la rétine éclairent l'iris. Je puis donc reconnaître ce que produira sur la pupille la suppression de l'éclairement d'une portion de l'iris en plaçant sur le verre dépoli des anneaux opaques (en cuivre noirci) dont les vides sont égaux précisément aux surfaces apparentes de la pupille et en enlevant brusquement ces écrans. Rien n'est changé pour la rétine; tout est changé pour l'iris.

» L'expérience faite dans ces conditions prouve qu'il y a presque toujours dilatation de la pupille, quand l'iris est soustrait à la lumière; dans deux cas, j'ai noté une contraction. La dilatation varie de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{73}$ de millimètre carré pour 1^{mmq} d'iris soustrait à la lumière. Elle a été constatée, en général, plus grande pour les iris foncés que pour les iris clairs. [Quand c'est 1^{mmq} (central) de rétine qui est soustrait à la lumière, la dilatation peut varier de 1 à 16^{mmq}].

» Si l'on observe avec le pupillomètre de Robert Houdin la pupille d'un des yeux, quand l'iris de l'autre est soustrait à la lumière, on constate sur cette pupille une dilatation de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre de diamètre : ce qui prouve que l'action de la lumière sur l'iris est, au moins en partie, due à un réflexe d'origine centrale.

» J'ai étudié l'influence sur la pupille de la vision de disques colorés; tantôt les couleurs dilatent la pupille d'autant moins qu'elles sont plus lumineuses; tantôt, c'est le contraire qui se produit. J'ai constaté les

mêmes renversements en étudiant l'action isolée sur l'iris d'anneaux découpés dans les mêmes verres que les disques colorés.

» J'ai recherché aussi la loi qui relie la contraction pupillaire à l'éclairement de la rétine : prenant pour source l'éclairement d'un beau jour vu à travers l'œil de bœuf de ma chambre noire, nous avons, mes auditeurs et moi, mesuré nos pupilles à des distances de la fenêtre variant de 1^m à $4^m,60$. Les observations, très concordantes entre elles, sont remarquablement représentées par l'équation

$$\log(1+y) = 2,12\sqrt[200]{\log(1+I)},$$

dans laquelle y désigne la contraction pupillaire, c'est-à-dire la différence $a^2 - x^2$ (a étant le diamètre maximum de la pupille $= 13^{mm}$, x le diamètre de la pupille lors de chaque expérience) et I représente l'intensité de la lumière tombant sur l'appareil; à 1^m, $I = 100$. On voit qu'à partir d'un éclairage moyen la contraction de la pupille croît très peu quand l'éclairage augmente.

» Entre autres conséquences de cette action directe de la lumière sur l'iris j'en citerai deux :

» 1° La photophobie très intense que l'on constate dans l'iritis, sans qu'il y ait la moindre altération de la rétine, s'explique facilement maintenant;

» 2° Notre photométrie doit être affectée d'une erreur systématique, d'ailleurs légère; quand notre œil se dirige vers la plus lumineuse de deux sources un peu différentes, notre iris se contracte; il tend à égaliser pour notre rétine ces deux sources; c'est peut-être dans ces mouvements de l'iris qu'il faut chercher l'explication du déplacement qu'il faut toujours faire subir à deux sources, vérifiées égales par les meilleurs procédés de la photométrie, pour obtenir la parfaite verticalité d'une tige de *vicia sativa* placée au milieu de la distance qui les sépare. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Production expérimentale d'un lymphadénome ganglionnaire généralisé chez un chien.* Note de M. **Pierre Delbet**, présentée par M. Guyon.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la première démonstration complète de la nature infectieuse du lymphadénome. Cette preuve est basée sur la reproduction expérimentale de cette terrible forme de cancer par l'inoculation de cultures pures d'un bacille particulier.

» J'ai trouvé ce bacille dans le sang de la rate, chez une femme atteinte de lymphadénome généralisé, mais surtout splénique, et arrivée à la dernière période de l'affection. La malade a succombé quelques jours après aux progrès de la cachexie, et j'ai pu constater qu'il s'agissait bien de lymphadénome.

» L'étude biologique complète du bacille en question sera publiée ultérieurement. Je veux seulement dire ici dans quelles conditions j'ai pu, avec lui, reproduire le lymphadénome.

» J'ai expérimenté sur le chien. Parmi les animaux chez qui on a observé le lymphadénome spontané, c'était le seul que je pusse me procurer.

» Les inoculations ont été faites, soit dans le péritoine, soit dans le tissu cellulaire avec des cultures pures du bacille; mais elles ont été faites à doses massives et répétées. C'est là, je crois, une condition de succès. Il m'a semblé que le microrganisme pathogène d'une tumeur telle que le lymphadénome ne pouvait avoir une virulence qui lui permît de terrasser les animaux comme le font les agents des maladies aiguës et que des inoculations à faible dose échoueraient presque fatalement.

» Le seul chien que j'aie sacrifié, le seul dont je veuille parler, était un animal de 2 ans et demi à 3 ans, bien portant, pesant 9^{kg}. La première inoculation a été faite le 16 mai, la seconde le 18; puis elles ont été renouvelées à des intervalles variables dont le détail est sans intérêt.

» Les inoculations ont déterminé des troubles graves de la santé se traduisant par un amaigrissement rapide. En quinze jours, l'animal a perdu 2^{kg}, plus d'un cinquième de son poids. Deux fois, il s'est produit, au siège des inoculations, des collections inflammatoires d'allures torpides, renfermant du pus séreux ou de la sérosité à peine louche. Ces abcès incisés ont guéri avec une rapidité extraordinaire. Il n'existait dans le liquide aucun autre microbe que le bacille injecté.

» Le 15 juin, un mois après le début des inoculations, j'ai pris tout le sang de ce chien pour essayer de traiter avec lui une malade atteinte d'un lymphadénome ganglionnaire généralisé, dont les tumeurs contiennent un bacille qui me paraît être le même. Je ne puis rien dire encore de cette tentative thérapeutique : je me borne à relater le résultat de l'autopsie du chien.

» On sait que, normalement, les ganglions de cet animal sont à peine visibles, sauf un, qui est situé dans le mésentère, près de la terminaison de l'intestin grêle.

» Chez le chien inoculé, il existait en ce point, c'est-à-dire dans l'angle formé par la jonction de l'intestin grêle et du colon, un volumineux paquet de cinq ou six ganglions. On trouvait en outre, dans le mésocolon, trois ganglions ayant chacun le volume d'une petite noisette; de chaque côté de la colonne vertébrale, une chaîne de ganglions ayant en moyenne le volume d'un haricot; dans le thorax, au-dessus de la crosse de l'aorte, plusieurs ganglions peu volumineux, mais manifestement hypertro-

phiés; dans l'aine gauche, un ganglion du volume d'un pois; dans chaque aisselle, un ganglion gros comme une belle amande. Ces ganglions ne présentaient aucun caractère inflammatoire. Tous les autres organes étaient absolument sains.

» Il est bien évident que ce chien était atteint d'un lymphadénome ganglionnaire généralisé. Toutefois la démonstration n'était pas encore complète, car on aurait pu prétendre qu'il s'agissait d'une simple coïncidence, et que l'hypertrophie ganglionnaire était due à toute autre cause que les inoculations. Pour me mettre à l'abri de cette objection, j'ai fait des cultures avec les ganglions du chien et j'ai pu constater qu'ils contenaient à l'état de pureté le bacille inoculé, tandis que le sang n'en renferme pas.

» La démonstration me paraît ainsi complète, et je crois pouvoir dire que j'ai réussi pour la première fois à produire expérimentalement le lymphadénome par inoculations de cultures pures d'un bacille, sinon spécifique, du moins pathogène.

» Il n'est pas besoin d'insister sur les conséquences de ce fait au double point de vue de la Pathologie générale et de la Thérapeutique. »

M. **Paul Gibier** demande l'ouverture d'un pli cacheté qu'il a déposé en novembre 1893 et dont le dépôt a été accepté par l'Académie.

Ce pli, inscrit sous le n° 4966, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient une Note dans laquelle l'auteur propose « d'inoculer à un animal le jus de la tumeur et de se servir ensuite du sang ou du sérum de cet animal pour en faire des injections à la personne qui est affectée de cette tumeur ».

L'auteur fait une proposition analogue pour la syphilis.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la sérothérapie dans le cancer;* par M. **Paul Gibier**.

« Ainsi que le prouve la date de la lettre dont M. le Secrétaire perpétuel vient de donner lecture (pli cacheté, adressé à l'Académie des Sciences en novembre 1893), bien qu'il y ait près de deux ans que j'aie eu l'idée d'essayer les effets de la sérothérapie sur les affections cancéreuses, il y a peu de temps seulement que, après avoir préparé du sérum suivant le procédé indiqué dans ma lettre, j'ai pu l'expérimenter sur deux malades.

» Le *premier* est un homme d'une cinquantaine d'années, atteint depuis plusieurs mois d'une tumeur du cou, étendue au pharynx et cliniquement reconnue de nature

cancéreuse par plusieurs chirurgiens. Au moment où le traitement par le sérum fut décidé, le malade ne pouvait plus déglutir qu'une faible quantité de liquides et la respiration était gênée en raison de la compression des voies aériennes par la tumeur qui depuis quelques jours augmentait rapidement de volume.

» Dès les premières injections elle cessait de se développer, et après une dizaine de jours elle se ramollissait de telle sorte qu'elle semblait devoir s'ouvrir à l'extérieur pendant que la déglutition et la respiration devenaient plus faciles.

» Le *deuxième* cas est celui d'une femme de cinquante-cinq ans qui a été opérée, à deux reprises, d'une vaste tumeur cancéreuse du sein gauche et des ganglions axillaires correspondants. Quand on commença le traitement avec le sérum, la tumeur récidivait autour de la cicatrice et dans l'autre sein. Après une semaine de traitement, les injections hypodermiques étant faites chaque jour dans le voisinage des nodules cancéreux, on put voir ces derniers pâlir et diminuer de volume. Au bout de deux semaines un nodule de la grosseur d'une petite noisette avait complètement disparu. La tumeur du sein droit, située au-dessous du mamelon et de l'aréole, devint complètement molle et semblait devoir s'abcéder. A ce moment, le traitement dut être suspendu pendant trois jours à cause d'une éruption érythémateuse assez intense, qui se produisit sur la poitrine, les épaules et le cou.

» Ces deux malades continuent de recevoir le traitement. Malgré le changement remarquable qui s'est produit dans les tumeurs dont ils sont affectés, je n'ose espérer que l'amélioration se continuera et qu'une guérison permanente pourra être obtenue. J'ai pensé, néanmoins, que, tels qu'ils sont, les résultats produits par un nombre encore restreint d'injections de sérum méritent d'être signalés. . . . .

» Je tiens à déclarer que l'idée de renforcer la résistance naturelle de certains animaux à l'inoculation des tumeurs malignes qui se développent chez l'homme, et d'employer ensuite le sérum de ces animaux au traitement du cancer, m'a été inspirée par les enseignements de la sérothérapie dont les premiers principes et la première application sont incontestablement dus à MM. Ch. Richet et Héricourt. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *L'île de Kildine et ses particularités hydrologiques.* Note de M. Venukoff, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« L'île de Kildine se trouve sous la latitude 69°20'N. et sous la longitude 32°E. de Paris, au voisinage des côtes de la Laponie russe et non loin de la ville de Kola. C'est un massif de terrains paléozoïques, séparé par un détroit du continent granitique. Un lac occupe une partie de sa surface, et ce lac est assez curieux. En apparence, il est complètement séparé de l'Océan par une bande de terre, mais en réalité il doit y exister

une communication souterraine, car les marées sont sensibles dans le lac, quoique assez faiblement, parce qu'elles ne dépassent pas quelques centimètres, tandis que dans la mer voisine elles montent jusqu'à la hauteur de 4^{m}.

» En examinant les autres particularités du lac, les explorateurs russes, MM. Faoussek, Knipowitch, Ripas, Taoube et autres, ont trouvé que ce petit bassin contient trois sortes d'eau : *en haut* de l'eau douce, provenant des pluies et de quelques ruisseaux, *au-dessous* de l'eau salée comme la mer, et enfin *en bas* une eau de mer contenant une quantité d'hydrogène sulfuré dégagée par le fond vaseux. Les animaux qui peuplent ce bizarre bassin se divisent en deux catégories : ceux d'eau douce, Daphnides, etc., et ceux d'eau salée, Éponges, Actinies, Astérides et Mollusques marins (Chiton, Aeolis, Tellina, etc.). Enfin, le fond du lac n'a pas de population vivante, de même que toute la couche d'eau qui contient le gaz nauséabond et nuisible à la vie. Cette dernière partie du lac boréal rappelle la mer Noire, où le fond vaseux dégage aussi l'hydrogène sulfuré et n'a pas de flore ni de faune vivantes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les tremblements de terre récents et leur périodicité.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« J'ai montré, à plusieurs reprises, que les tremblements de terre se produisent vers les jours de passage, par notre atmosphère, des essaims périodiques d'étoiles filantes et de bolides et vers les jours de la période solaire (12,6 jours), dont 29 font exactement une année terrestre.

» Or ces passages coïncident ou précèdent ou suivent immédiatement la culmination du centre de perturbation solaire dans le méridien central du disque. Il y a donc décharge d'électricité cosmique dans l'atmosphère et dans le globe terrestre; les mouvements tourbillonnaires de l'atmosphère et de l'intérieur du globe doivent en être la conséquence pendant une suite de jours.

» C'est ainsi que la catastrophe de Laybach du 13 avril fut précédée par la catastrophe de Decazeville et le tremblement de terre de Sicile du 12 avril et suivie par les violents tremblements du 14 au 15 avril en Carinthie, Tyrol mériodional, Istrie supérieure et Calabre, jusqu'en Belgique et en Prusse.

» Donc les jours de tremblement de terre font série du 12 au 15 avril.

J'ai eu l'idée de comparer, d'après la statistique soignée de M. Gérigne, les événements sismiques des années 1884-1888.

TABLEAU DES SISMES ET DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES EN AVRIL, DE 1884 A 1888.

Période solaire : 12 avril; passage de l'essaim périodique : 9 au 13 avril.

Année 1884.

Europe : Avril 9, Chio, Urbino.
» 10, Belpasso, près Catane.

Amérique : Avril 9, Valparaiso.
» 11, »
» 14-15, »

Année 1885.

Europe : Avril 10 au 13, différentes villes en Suisse.
» 11, Frascati, Rome, à Ala, en Suisse.
» 12, Archena, Motril, destruction de Velez.

Amérique : Avril 11, Valparaiso, Californie centrale.
» 16, Caracas.
Asie : » 13, Unalaska (Aleutes).

Année 1886.

Europe : Avril 11, Loza, Alhama, Comrie et Saint-Fillan.
» 13, Szegedin (avec bruit fort souterrain).

Amérique : Avril 10, Caracas.
» 16, »
Asie : » 10, Tripoli, destruction de Mel-el-Dick.

Année 1887.

Europe : Avril 9, Arcadie, Megalopos.
» 11, Érigné près Angers (bruit).
» 13, Lisbonne.
Asie : » 9, Denizli, Conyondjak, Aïdin.

Amérique : Avril 12, Caroline.
Afrique : » 12, Madagascar, Tananarive.

Année 1888.

Europe : Avril 11, Pays de Galles.
» 12, Altenbourg en Hongrie, Eisensbadt (écroulements) et Pottendorf (basse Autriche), Rocca di Papa, Marseille, recrudescence de l'Etna.
» 13, Adrianople, Rodosto.

Amérique : Avril 9, River Side (Californie).
» 12, River Side, Colton (bruit fort).
» 15, Dos Caminos (Mexique), 5 sec.

Europe : Avril 14, Danrémont (Haute-Marne), bruit.

Asie : » 9, Tjickadjang (Java).

» 10, Volcan Kaba (Indes irlandaises) en éruption épouvantable.

» 13, Gœnong Sitoeli (Nias), tremblement violent de 45 secondes, suivi de moins fort de 12 secondes.

Afrique : » 10, Sidi Aïch.

» 11, »

Année 1895.

Europe : Avril 9, Reggio di Calabria, panique. Perturbations en déclinaison : 12′,5 à Prague.

» 12, Catastrophe de Decazeville, éboulement de rochers à Drachenburg; variation de la déclinaison 16′,0 le 10, 20′,6 le 11, 16′,0 le 12, 12′,7 le 13.

» 13 au 15, secousses violentes continuelles en Carinthie, Crazina, Istrie, Tyrol méridional, Hongrie méridionale, Croatie, Bosnie, Styrie, éboulements de terrains et de rochers en Bohême à Tyssa, Nemeic et Neumarkt, près Taus.

» 16, Meran, Trieste, Treviso, Venice (panique), Verona, Udine, Ferrara, Padua, Macerata, Florence, Acireale (Sicile), Belgique, Nimy détruit, éboulement de terrain près La Louvière. Une montagne voisine de Okroglo abaissée de manière à découvrir les montagnes situées derrière elle; simultanéité des secousses et des perturbations magnétiques observées à Potsdam sur les autographes; $d\delta = 9',5$ le 16.

» Donc pendant une série de jours, commençant le 9 avril et finissant le 15 avril, il s'est produit aux différents continents, simultanément avec de fortes perturbations magnétiques, de forts mouvements sismiques et des éruptions volcaniques, accompagnées de grands phénomènes de perturbations solaires; la simultanéité des secousses et des perturbations semble prouvée. »

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : « Indication d'un nouvel appareil pour faire l'analyse des gaz ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 juin 1895.

La laiterie, par M. A.-F. Pouriau, Correspondant de la Société nationale d'Agriculture de France. Paris, Audot, Lebroc et Cie; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Dehérain.)

Notes sur l'Histoire des Mathématiques, par M. H.-G. Zeuthen; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

La Géologie comparée, par M. Stanislas Meunier, professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Paris, F. Alcan, 1895; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1895; 1 vol. in-4°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort. 15 juin 1895. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie. 15 juin 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Société de Géographie. Comptes rendus des séances. Séances des 3 et 17 mai 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. N° 4, contenant les Comptes rendus des séances d'avril 1895. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. Comptes rendus des séances. Septième série. Paris, F. Alcan, 1895; 1 fasc. in-8°.

Astronomisch-geodätische Arbeiten I. Ordnung, telegraphische Sängenbestimmungen in den Jahren 1890, 1891 *und* 1893. Berlin, 1895; 1 vol. in-4°.

Discurso de entrada leido en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Barcelona, 1895; in-8°.

Report of the Astronomer royal to the board of visitors of the royal Observatory Greenwich, read at the annual visitation of the royal Observatory, 1895, June 1; 1 br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'extinction graduelle de la houle de mer aux grandes distances de son lieu de production : formation des équations du problème;* par M. J. **Boussinesq**.

« I. Une houle cylindrique *simple*, propagée au sein d'une eau de profondeur constante, est parfaitement périodique dans l'espace comme dans le temps, c'est-à-dire de vague en vague à un moment donné quelconque, tant qu'on peut négliger les frottements du liquide. Mais, dès qu'il y a lieu d'en tenir compte, cette périodicité ne subsiste rigoureusement que par rapport au temps, comme elle est supposée le faire dans la cause même du phénomène. Elle devient seulement approximative par rapport à l'espace : car la houle offre alors à chaque instant une hauteur graduellement décroissante de vague en vague, à mesure qu'on s'éloigne de son lieu de production; et il n'y a plus, à la surface libre, que les ordonnées nulles

(séparatives des convexités d'avec les creux) qui se propagent sans variation. Toutefois, les frottements étant très faibles dans les mouvements bien continus, comme sont ceux d'une eau houleuse à vagues trop peu aiguës pour déferler, c'est-à-dire d'une hauteur totale $2H$ assez petite par rapport à leur longueur $2L$, le décroissement est insensible d'une vague à l'autre; et les lois du mouvement dans chaque région d'étendue modérée restent à fort peu près celles d'une houle idéale de même période $2T$, qui progresserait dans une eau parfaitement fluide. D'ailleurs, la vitesse ω de propagation est indépendante de la hauteur $2H$ des ondes, en sorte que leur demi-longueur $L = \omega T$ n'en dépend pas plus que la demi-période T; et le seul paramètre à évaluer pour chaque région, car seul il reste indéterminé dans les formules (de cette houle idéale) exprimant à très peu près les circonstances que le phénomène y présente, est justement la demi-hauteur H ([1]).

» Une équation unique, si on peut la former simplement avec mise en compte approchée des frottements effectifs, suffira donc pour obtenir les variations de H en fonction d'une abscisse horizontale x comptée à partir du lieu de production de la houle. C'est le principe des forces vives qui nous permettra de la poser.

» Pour simplifier, bornons-nous à la houle de haute mer, où le mouvement s'évanouit aux grandes profondeurs z, et où, par suite, nulle paroi ne vient, en annulant ou en réduisant beaucoup la vitesse à son contact, produire dans son voisinage d'énormes glissements relatifs de couches sur couches, entraînant par suite des frottements d'une grandeur exceptionnelle, dont les travaux négatifs auraient un rôle hors de proportion avec l'imperceptible volume total de ces couches ([2]). Alors, en dehors de la région des ébranlements, il n'y a d'anomalies locales, c'est-à-dire de pertur-

---

([1]) Liée à la constante C de la formule (15) de ma précédente Note par la relation $C = \omega H$. Je profite de l'occasion pour signaler dans cette Note, à la page 1311, lignes 12 et 13, deux fautes d'impression, assez transparentes d'ailleurs : il faut y lire $x - \omega t$ au lieu de $x = \omega t$, et $\Delta_2 \varphi = 0$ au lieu de $\Delta_2 \varphi - 0$.

([2]) On peut voir dans un Mémoire du Volume de 1878 du *Journal de Liouville*, p. 347 à 366, comment s'évalueraient, en fonction du mouvement plus simple du liquide à quelque distance de la paroi, ces frottements exceptionnels, ainsi que leurs travaux et leur influence extinctrice. Pour les gaz, où des variations de température corrélatives au mouvement viennent compliquer encore les phénomènes, j'ai traité ces mêmes questions, en juillet 1891, dans un Mémoire du *Journal de Physique théorique et appliquée* (2e Série, t. X), et, le 3 juillet 1893, dans les *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 12.

bations ou d'écarts sensibles d'avec les lois de Gerstner, qu'à la surface libre, sur une très faible épaisseur. Car l'absence à peu près complète de frottement extérieur, de la part de l'atmosphère, a pour conséquence, d'après les formules de Navier, dès que le coefficient ε des frottements intérieurs n'est plus supposé nul, l'égalité à zéro de la vitesse relative de glissement des couches liquides les plus superficielles, et, par suite, une altération de ces vitesses relatives de glissement de couches sur couches, aux environs de la surface, mais sans changement perceptible des vitesses mêmes, vu la faible épaisseur où leur dérivée suivant le sens vertical est ainsi modifiée.

» Il n'y a évidemment pas là d'élévation dans *l'ordre de grandeur* de ces vitesses de glissement, ou des frottements corrélatifs, ni, par suite, introduction d'un travail résistant comparable, *sous volume insensible*, à celui des frottements non moindres mis en jeu dans *toute* la masse sous-jacente ébranlée; et l'on peut évaluer à très peu près l'énergie absorbée par les résistances passives comme si les lois de Gerstner, reconnues générales dans mon précédent Mémoire pour un liquide parfait et pesant de profondeur suffisante (¹), s'appliquaient jusqu'à la surface libre.

» Le but du présent travail est donc d'abord de déterminer, pour le cas particulièrement intéressant d'une houle de haute mer, les variations de la demi-hauteur H des vagues avec leur distance x à la région où elles naissent par l'effet soit de coups de vent, soit d'impulsions périodiques quelconques. Je montrerai ensuite comment l'agitation confuse due à un mélange de houles de diverses longueurs, produites en un même lieu, se simplifie dans les régions assez éloignées de ce lieu, surtout quand elle est exactement ou approximativement périodique, par le fait de la *longévité* ou grande persistance de la plus longue des houles données, comparativement aux autres, et de l'extinction relativement très rapide de toutes celles-ci.

» II. Formons les équations du mouvement, en adoptant comme dans mon précédent travail, pour axe des y, une normale aux plans verticaux des orbites, pour axe horizontal des x le profil, dans un de ces plans, de la surface libre à l'état de repos, enfin, pour axe des z, une verticale dirigée vers le bas.

» Nous pourrons évidemment, dans le calcul du *petit* travail des frottements fluides, admettre pour les vitesses u, w celles que donneront en chaque endroit les lois de Gerstner, ou le potentiel φ correspondant, et

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1310.

même, sauf erreur négligeable, substituer dans ce dernier, aux coordonnées moyennes des molécules, leurs coordonnées *vraies* à chaque époque, peu différentes. Par suite, rien n'empêchera d'adopter celles-ci, c'est-à-dire les *coordonnées actuelles*, pour variables indépendantes.

» Alors, quand on restituera les frottements, les équations indéfinies du phénomène, formées même pour le cas d'une agitation quelconque du liquide, seront celles de Navier. Je les écrirai ainsi :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\rho(u', v', w'-g) \\ &\quad = -\frac{dp}{d(x,y,z)} + \frac{d(\mathfrak{N}_x, \mathfrak{T}_z, \mathfrak{T}_y)}{dx} + \frac{d(\mathfrak{T}_z, \mathfrak{N}_y, \mathfrak{T}_x)}{dy} + \frac{d(\mathfrak{T}_y, \mathfrak{T}_x, \mathfrak{N}_z)}{dz}, \\ &\qquad \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0, \end{aligned}\right.$$

ρ désignant la densité, u', v', w' les trois composantes de l'accélération au point (x, y, z), p la *pression moyenne* au même point, enfin, $-p+\mathfrak{N}_x$, $-p+\mathfrak{N}_y$, $-p+\mathfrak{N}_z$, $\mathfrak{T}_x$, $\mathfrak{T}_y$, $\mathfrak{T}_z$ les six composantes principales de pression en (x, y, z), composantes où les $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{T}$, proportionnels au petit coefficient constant ε des frottements intérieurs et à certaines vitesses de dilatation et de glissement des files de molécules, auront les formules respectives

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &(\mathfrak{N}_x, \mathfrak{N}_y, \mathfrak{N}_z) = 2\varepsilon\left(\frac{du}{dx}, \frac{dv}{dy}, \frac{dw}{dz}\right), \\ &(\mathfrak{T}_x, \mathfrak{T}_y, \mathfrak{T}_z) = \varepsilon\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}, \frac{dw}{dx}+\frac{du}{dz}, \frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}\right). \end{aligned}\right.$$

» A la surface libre, qui fait de petits angles avec les axes des x et des y, la pression extérieure est nulle (abstraction faite de celle de l'atmosphère supposée uniforme). Or, si l'on prend ses composantes suivant trois directions rectangulaires presque identiques à celles des x, y, z, mais deux tangentes à la surface et la troisième exactement normale, on reconnaît aisément qu'elles sont exprimées à très peu près par $-\mathfrak{T}_y$, $-\mathfrak{T}_x$, $p-\mathfrak{N}_z$; on y aura donc $-\mathfrak{T}_y=0$, $-\mathfrak{T}_x=0$, $p-\mathfrak{N}_z=0$. De plus, la vitesse *ascendante* $-w$ du fluide s'y confondra avec la vitesse h' d'accroissement de la hauteur h de la surface libre au-dessus de son niveau d'équilibre $z=0$, obtenue en suivant une même molécule, et qui est $\frac{dh}{dt}+u\frac{dh}{dx}+w\frac{dh}{dz}$, peu différente d'ailleurs de la simple dérivée partielle de h en t. Au fond, c'est-à-dire pour $z=\infty$, on aura $(u, v, w)=0$.

» III. Sous cette forme, les équations du problème ont l'inconvénient de contenir deux termes indépendants du mouvement et beaucoup plus

grands que les autres, savoir $-\rho g$ et la dérivée de $-p$ en z, qui ne s'évanouissent pas avec u, v, w. Or, cette circonstance pourrait nécessiter des discussions délicates quand, pour former l'équation des forces vives, nous multiplierions respectivement les quatre équations (1) par

$$(u, v, w, p)\, dx\,dy\,dz\,dt$$

et intégrerions leur somme dans un volume fini de fluide; car il viendrait des produits du premier ordre de petitesse en u, v, w, à côté d'autres du second, et les uns devraient, par suite, être évalués à un degré d'approximation plus élevé que les autres. On élude très simplement cette difficulté en introduisant, au lieu de la pression p, sa *petite* partie *non hydrostatique* $P = p - \rho g z$ (qui est de l'ordre de $-\rho g \zeta$), c'est-à-dire en posant $p = \rho g z + P$. Il vient ainsi, au lieu des équations indéfinies (1) et des conditions ci-dessus à la surface libre ou au fond, les relations suivantes, où tous les termes sont du même ordre de petitesse en u, v, w :

$$(3)\quad \begin{cases} \rho(u', v', w') \\ \quad = -\dfrac{dP}{d(x,y,z)} + \dfrac{d(\mathcal{N}_x, \mathcal{T}_z, \mathcal{T}_y)}{dx} + \dfrac{d(\mathcal{T}_z, \mathcal{N}_y, \mathcal{T}_x)}{dy} + \dfrac{d(\mathcal{T}_y, \mathcal{T}_x, \mathcal{N}_z)}{dz}, \\ \qquad \dfrac{du}{dx} + \dfrac{dv}{dy} + \dfrac{dw}{dz} = 0; \end{cases}$$

$$(4)\quad (\text{Pour } z = -h) \quad -\mathcal{T}_y = 0, \quad -\mathcal{T}_x = 0, \quad P - \mathcal{N}_z = \rho g h, \quad w = -h';$$

$$(5)\quad (\text{Pour } z = \infty) \quad u = 0, \quad v = 0, \quad w = 0.$$

» Ce seraient les équations de mouvement d'un liquide *sans pesanteur* où la pression moyenne se réduirait à P, mais dont la surface libre supporterait du dehors la pression normale *variable* $\rho g h$, ayant, dans l'instant dt et par unité d'aire, un travail égal au produit de $\rho g h$ par l'abaissement correspondant de la surface suivant le sens qui lui est normal. Or, ce travail revient, si on le rapporte à l'unité d'aire de la *projection horizontale* de la même surface, au produit de $\rho g h$ par l'abaissement $-\dfrac{dh}{dt}dt$ de celle-ci dans le sens vertical. Il est alors, pour chaque élément $d\sigma$ du plan des xy, à coordonnées fixes données (x, y), $-d\sigma\,\rho g h\, dh = -d(\frac{1}{2}\rho g h^2 d\sigma)$, c'est-à-dire qu'il égale la diminution, durant l'instant dt, de l'expression $\frac{1}{2}\rho g h^2 d\sigma$. En d'autres termes, l'énergie potentielle de *pesanteur* se trouve fictivement remplacée par une énergie *superficielle* de ressort, égale à $\frac{1}{2}\rho g \int h^2 d\sigma$ pour toute étendue finie $\int d\sigma = \int\int dx\,dy$ de la surface libre, considérée en projection horizontale.

» IV. Cela posé, la formule des forces vives s'obtient, à la manière ordinaire, en ajoutant les équations (3) respectivement multipliées par $(u, v, w, \mathrm{P})\,dx\,dy\,dz\,dt$, puis en intégrant par parties les termes où figurent des pressions $\mathcal{N}, \mathcal{T}$ et directement les autres, dans tout un volume fluide ϖ donné. Choisissons, pour ce volume, celui que limite extérieurement *à l'époque t* le cylindre, à génératrices verticales, interceptant dans le plan des xy une section droite quelconque fixe σ; et, vu les formules (2), (4) et (5), il viendra, en appelant M la masse de chaque particule de ce volume fluide, Σ un signe de sommation étendu à toutes celles qui le composent suivies un instant dans leur mouvement, enfin $d\mathrm{T}_e$ le travail total, durant cet instant dt, des pressions exercées sur lui par le fluide ambiant,

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} & d\left(\Sigma \mathrm{M}\frac{u^2+v^2+w^2}{2} + \int_\sigma \frac{\rho g h^2}{2}\,d\sigma\right) \\ & \quad = d\mathrm{T}_e - \frac{dt}{\varepsilon}\int_\varpi\left(\frac{\mathcal{N}_x^2+\mathcal{N}_y^2+\mathcal{N}_z^2}{2} + \mathcal{T}_x^2 + \mathcal{T}_y^2 + \mathcal{T}_z^2\right)d\varpi. \end{aligned}\right.$$

» On reconnaît dans le premier membre l'accroissement, durant l'instant dt, de l'énergie totale du volume liquide, formée de son énergie actuelle ou demi-force vive et de son énergie potentielle de pesanteur; et l'on voit que le dernier terme du second membre, très petit de l'ordre de ε après remplacement des $\mathcal{N}, \mathcal{T}$ par leurs expressions (2), est la part de cette énergie qu'absorbent durant le même instant dt les frottements intérieurs. »

CHIMIE. — *Nouvelles études sur la fluorescence de l'argon et sur sa combinaison avec les éléments de la benzine;* par M. **Berthelot**.

« J'ai cru utile d'étudier d'une façon plus approfondie les conditions de la combinaison avec la benzine sous l'influence de l'effluve électrique, et celles de la fluorescence spéciale qui l'accompagne.

» M. Deslandres, dont l'Académie connaît la compétence spéciale dans les questions de spectroscopie, a eu l'obligeance de me prêter son concours pour ces nouvelles déterminations, exécutées au moyen de dispersions plus fortes et définies par des photographies rigoureuses. C'est un devoir pour moi de lui adresser ici mes remercîments pour cette longue et pénible étude.

» Rappelons que la combinaison de l'argon avec les éléments de la benzine, sous l'influence de l'effluve, s'effectue lentement; d'après la recherche présente, elle s'accomplit avec le concours du mercure, qui y intervient sous forme de composé volatil. L'emploi de décharges à haute fréquence ne paraît pas modifier les caractères généraux de la réaction.

» Au début, on n'aperçoit rien à la lumière diffuse, et c'est seulement dans l'obscurité de la chambre noire que l'on voit une faible lueur violacée, semblable, par l'intensité, à celle que l'effluve développe, en général, dans les systèmes gazeux. Au bout d'une heure, dans la chambre noire, on voit apparaître une lueur verte, qui occupe le milieu de l'intervalle entre les spires de la bande de platine enroulée autour du tube à effluve; le spectre lumineux présente deux raies jaunes 579 et 577 (en longueur d'onde), une raie verte 546 et une bande verte λ516,5. Ces diverses raies seront définies tout à l'heure.

» Le spectre photographique, pris en ce moment, à l'aide d'une pose d'une heure, a montré les bandes principales de l'azote, ainsi qu'une raie bleue 436, une raie violette 405 et une raie ultra-violette 354; ces dernières étant plus faibles que les bandes de l'azote.

» Pendant les heures suivantes, la lueur verte augmente sans cesse, les raies jaunes et la raie 546 croissent et la bande 516,5 diminue. Au bout de huit heures, les bandes de l'azote ont à peu près disparu dans les photographies; sans doute parce que l'azote correspondant a été absorbé par la benzine.

» Sept heures nouvelles d'effluve amènent la fluorescence à une brillante lumière émeraude, visible en plein jour; l'intensité de ce phénomène, ainsi que j'ai eu occasion de le dire, n'est comparable avec la fluorescence développée par l'effluve dans aucun gaz connu. Les raies jaunes et vertes peuvent être vues et définies au spectroscope en plein jour.

» Les photographies ont accusé les raies 579, 577 et 546; 436, 405, 354, 313 et 312 (ultra-violet). On y aperçoit en outre deux raies violettes, 420 et 416, à peine visibles, et les raies 385 et 358.

» Le spectre observé au bout de quinze heures s'est maintenu pendant les trente heures consécutives.

» Quoique l'on ait recours ici à la Photographie pour l'enregistrement de ces phénomènes, on doit se garder de confondre de tels effets, observables en plein jour et sous la pression normale, avec les lueurs développées par l'effluve dans les gaz très raréfiés, tels qu'on les observe d'ordinaire au spectroscope.

» Voici maintenant la signification de ces raies :

» La raie 579 est précisément l'une des raies visibles en plein jour et sous la pression normale, que j'avais signalée dans ce Recueil (t. CXX, p. 800) en en indiquant le dédoublement probable. On doit en rapprocher les raies 580,1 et 577,1 signalées dans le spectre de l'argon raréfié par M. Crookes (24 janvier 1895). La raie 546 est également signalée (547) dans ma Note précédente et répond à une forte raie 545,6 attribuée au spectre de l'argon raréfié par M. Crookes. M. Deslandres a reconnu ces mêmes raies dans le spectre d'un échantillon d'argon raréfié, qu'il avait préparé au moyen du lithium. J'ai vérifié, par juxtaposition, la coïncidence de la dernière raie de l'argon raréfié avec celle de mon tube à effluve. J'ai signalé aussi la raie 436, retrouvée dans la photographie et très voisine de 434,5 de l'argon raréfié de Crookes. Les raies 420 et 416 coïncident avec les très fortes raies 420,1-419,8 et 415,96 de l'argon raréfié de Crookes. La raie 405 peut être identifiée avec la raie 404,4 de Crookes (argon) : j'en ai vérifié la coïncidence. La raie 385 coïncide avec une forte raie 385,15 de Crookes (argon). La raie 354, avec un groupe de 354,7-353,4 de fortes raies de l'argon raréfié de Crookes. La raie 358, avec un groupe de fortes raies 358,7-357,5 de Crookes (argon).

» λ 516,5 est une bande des carbures d'hydrogène raréfiés; 313 et 312 sont des raies de la vapeur du mercure raréfié.

» Aucune de ces raies, ainsi que j'en avais fait précédemment la remarque, ne coïncide ni avec la raie de l'hélium (587,5), ni avec la raie principale de l'aurore boréale (557), quoique cette dernière soit bien voisine d'une forte raie de l'argon (555,7). Si la fluorescence actuelle n'est pas la même que celle de l'aurore boréale, cependant son développement et le rapprochement des raies qui précèdent établissent une relation probable entre ce météore et l'existence de l'argon dans l'atmosphère.

» Ici se présente une circonstance extrêmement importante. Déjà, en examinant le Tableau des raies de l'argon raréfié, données par M. Crookes, on reconnaît que certaines de ces raies coïncident avec certaines raies de la vapeur du mercure raréfiée. La même coïncidence se retrouve pour les plus belles raies visibles en plein jour, sous la pression normale, dans la fluorescence développée pendant la réaction de la benzine sur l'argon. Telles sont, d'après M. Deslandres, les raies jaunes 579 et 577; telle est la raie verte si caractéristique 546; telles sont la raie bleue 436, la raie violette 405, la raie ultra-violette 354. Au contraire, les raies 420, 416, 385, 358 n'appartiennent qu'à l'argon; les raies 313 et 312, au mercure.

» M. Deslandres attribue la présence des raies communes à la présence de la vapeur de mercure, soit dans l'argon raréfié, soit dans la lumière fluorescente obtenue avec la benzine sous la pression normale.

» Cependant, comme aucun gaz connu ne fournit ni cette fluorescence, ni ces raies sous la pression normale, en opérant sur le mercure, il n'est pas possible d'en expliquer la formation par la seule présence de cette vapeur. Autrement, on ne comprendrait pas qu'elles ne prissent pas également naissance avec l'argon pur, en présence du mercure sous la pression normale, et qu'elles ne se produisissent pas dès les premiers instants d'effluve, ni avec l'argon saturé de benzine, ou de sulfure de carbone, sur le mercure, ni avec l'azote, dans les mêmes conditions, où il se combine avec la benzine et le sulfure de carbone. Au contraire, elles se développent, avec l'argon saturé de benzine, seulement au bout de plusieurs heures, et par suite de la transformation progressive de la benzine en une série de composés de plus en plus condensés. C'est l'un de ces composés qui, à partir du moment de sa formation, commence à s'unir à la fois avec l'argon et le mercure, associés peut-être en raison de leur caractère commun de molécules monoatomiques. La fluorescence débute, lorsqu'il existe encore une dose notable de benzine liquide dans les tubes; elle est accompagnée dès lors par une diminution du volume gazeux. Cette fluorescence persiste pendant un temps très long, même après qu'il n'y a plus de benzine apparente; enfin la fluorescence cesse de se manifester en plein jour, par suite de l'action très prolongée de l'effluve, qui fait disparaître à la fin la teinte verte, et ramène ce système gazeux à une lueur analogue à celle des gaz ordinaires : ce qui arrive sans doute par suite de la destruction totale des dernières traces de benzine (ou des produits de condensation intermédiaires), qui maintenaient l'équilibre de dissociation du système.

» Une fois la fluorescence verte bien établie, les composés qui la développent sont stables par eux-mêmes; car il suffit, même après douze heures de repos, sans avoir dérangé les appareils, de faire agir de nouveau l'effluve, pour que la fluorescence se rétablisse avec tout son éclat, en moins d'une minute. Elle s'éteint d'ailleurs aussitôt, dès que l'on suspend l'action électrique.

» Mais si l'on sépare le gaz de la matière condensée, le phénomène ne peut plus être reproduit immédiatement, ni sur l'un ni sur l'autre. Le gaz seul, soumis à l'action de l'effluve, acquiert presque aussitôt une fluorescence violacée spéciale, visible dans l'obscurité, et qui a coutume de précéder le développement de la belle fluorescence verte. Cependant

celle-ci ne se reproduit pas alors ce qui paraît indiquer que la matière condensée renfermait l'un des produits nécessaires à l'équilibre. Si d'autre part, on réintroduit de l'argon neuf dans le tube renfermant la matière condensée (exempte de benzine visible), la fluorescence verte ne se reproduit pas non plus dans l'ensemble; mais, au bout de quelque temps, on voit apparaître au voisinage de la surface du mercure, là où la pluie de feu est la plus intense, une teinte verte localisée, qui offre les raies spécifiques, quoique d'une façon peu distincte. Leur apparition est due sans doute à l'existence (ou à la régénération) d'une trace de benzine, plus ou moins modifiée. En effet, si l'on ajoute alors quelques gouttes de benzine liquide dans le tube qui renferme la matière condensée et l'argon neuf sur le mercure, il suffit d'une demi-heure d'effluve pour que la teinte verte reparaisse avec tout son éclat. Mais s'il y a un excès de benzine, le phénomène exige plusieurs heures pour reparaître.

» Ces diverses observations, jointes au caractère limité de l'absorption de l'argon, accusent l'existence d'un équilibre complexe, où interviennent à la fois l'argon, le mercure et les éléments de la benzine, ou plutôt un composé condensé qui en dérive. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les lactones ou olides campholéniques;* par MM. **Berthelot** et **Rivals**.

« Nous avons communiqué à l'Académie il y a quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 1086) les résultats de nos expériences sur la chaleur de formation et les relations thermochimiques de divers alcools, aldéhydes et acides, et particulièrement sur les dérivés de la série camphénique, tels que les acides campholique et camphiques ou campholéniques. L'obligeance de M. Béhal nous permet d'ajouter à cette étude celle de nouveaux corps, fort importants par leurs relations avec les acides campholéniques, avec lesquels ils sont isomériques. Ce sont les lactones ou olides, $C^{10}H^{16}O^2$, anhydrides qui peuvent être dérivés d'un acide oxycampholique, $C^{10}H^{18}O^3$, mais avec un caractère spécial, commun à toute une catégorie de composés analogues, dont les anhydrides sont beaucoup plus stables que les acides normaux; ces derniers se deshydratant fort aisément, et même parfois spontanément.

» Nous avons examiné le composé inactif et le composé dextrogyre.

» 1. Le lactone inactif fond à 30°; mais les manipulations nécessaires

pour le peser et l'introduire dans la bombe calorimétrique l'amènent à un état gélatineux, demi-fondu, et mal défini physiquement, parce que nous avons dû le fondre au préalable et que sa solidification n'est pas complète, même après un temps assez long. M. Béhal ayant purifié et analysé lui-même le produit à notre intention, nous n'avons pas cru utile de répéter son analyse.

» La chaleur de combustion pour une molécule (168^{gr}) a été trouvée

A pression constante .... $+1351^{Cal},2$

D'où résulte la chaleur de formation par les éléments : $+143^{Cal},8$.

» 2. Le lactone dextrogyre a fourni :

Chaleur de combustion à pression constante........... +1354,1
Chaleur de formation par les éléments................ + 140,9

» Entre ces deux isomères, la différence ne surpasse pas les erreurs d'expérience : il n'y a donc pas lieu d'insister.

» Comparons-les aux acides campholéniques.

L'acide cristallisé a pour chaleur de formation .... +129,1
» liquide » » .... +131,7

» Il en résulte que les lactones ont des chaleurs de formation notablement plus fortes que celles des acides isomères; l'écart mesuré entre l'acide liquide et le lactone inactif, par exemple, étant $143,8 - 131,7 = +12,1$.

» La chaleur de formation du lactone est donc notablement supérieure à celle de l'acide isomère. Une relation opposée existerait, d'après un calcul probable, entre l'acide acrylique et le lactide isomère. Mais pour établir ces comparaisons sur une base solide, il faudrait posséder des données plus multipliées et notamment connaître l'hydrate du lactone campholénique, c'est-à-dire l'acide instable $C^{10}H^{18}O^3$, ainsi que ses chaleurs de formation et la chaleur de formation de ses sels.

» Le problème que soulève cet ordre d'anhydrides est d'autant plus intéressant qu'il comprend la formation d'anhydrides d'ordre minéral fort importants, tels que les acides carbonique CO^2, sulfureux SO^2, arsénieux As^2O^3, de préférence à leurs hydrates typiques, inconnus ou instables, CH^2O^3, SH^2O^3, $As^2H^2O^4$, et même les rapports existant entre les acides monobasiques RO^3H et les acides tribasiques RO^4H^3, dont les premiers représentent des anhydrides. Le mécanisme qui détermine la formation des uns et des autres se rattache à la Thermochimie, et l'étude des types multiples de la Chimie organique paraît appelée à les éclaircir. Il y a là tout un ordre de recherches à poursuivre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chaleurs de dissolution et de neutralisation des acides campholéniques;* par M. **Berthelot.**

« J'ai mesuré la chaleur de neutralisation des acides campholéniques, en opérant sur les acides purs et sur les acides dissous dans l'eau. Leur solubilité est si faible que les nombres qui suivent ne doivent être regardés que comme approximatifs, parce qu'ils reposent sur des différences thermométriques très petites. J'ai opéré vers 22°.

» 1. *Acide campholénique liquide.* — 1^{lit} renfermait $0^{gr},94$; soit 180^{li} environ pour 1 équivalent :

La liqueur $+\frac{1}{2}$ NaOH étendue a fourni........	$+6^{Cal},5$
» $+$ NaOH étendue a fourni..........	$+13^{Cal},2$

» Un excès de NaOH est sans effet.

» Ce sont les caractères d'un acide monobasique normal.

» L'acide pur, pris sous le poids de 5^{gr}, a été dissous dans une dissolution étendue de soude employée en excès ; ce qui a dégagé $+13^{Cal},4$. L'écart entre ce nombre et $13^{Cal},2$ est trop minime, eu égard aux conditions expérimentales, pour en conclure autre chose; si ce n'est que la chaleur de dissolution de cet acide dans l'eau est faible.

» 2. *Acide campholénique solide.* — 1^{lit} renfermait $0^{gr},73$; soit 230^{lit} environ pour 1 équivalent.

La chaleur de neutralisation a été trouvée.......	$+13^{Cal},2$

» Ce chiffre était la moitié pour $\frac{1}{2}$ NaOH; il n'a pas été accru par un excès d'alcali; phénomènes qui caractérisent un acide monobasique normal.

» 5^{gr} de l'acide cristallisé, dissous dans NaOH étendue, ont dégagé pour une molécule $+10^{Cal},0$; d'où résulte la chaleur de dissolution moléculaire : $-3^{Cal},2$.

» 3. *Acide campholique.* — 1^{lit} renfermait $0^{gr},166$; soit 1000^{lit} environ pour 1 équivalent.

» Cette liqueur était trop diluée pour permettre une mesure précise. Je n'ai pu obtenir qu'une variation thermométrique de 0°,01, répondant à une chaleur de neutralisation comprise entre $+10^{Cal}$ et $+15^{Cal}$, c'est-à-dire probablement normale. La chaleur de dissolution de l'acide solide dans NaOH étendue a été mesurée sur 5^{gr}, en opérant sur des liqueurs moins diluées. Elle a été trouvée pour une molécule : $+10^{Cal},0$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Réduction de la silice par le charbon.* Note de M. HENRI MOISSAN.

« Nous avons indiqué précédemment que dans le four électrique la silice était volatilisée avec facilité. En utilisant un courant de 1000 ampères et 50 volts, la formation de la vapeur de silice est très abondante. En quelques instants on est entouré de filaments très légers de silice qui voltigent dans l'air et restent longtemps en suspension. Si l'on examine au microscope ces filaments, on voit qu'ils sont formés de sphérules très petites de silice qui, au milieu de l'eau, possèdent un mouvement brownien très accusé.

» Lorsque l'on ne termine pas l'expérience par la volatilisation complète de la silice, le culot que l'on retire du creuset présente parfois à la partie inférieure, des cristaux de silicium absolument caractéristiques, tels que ceux décrits par de Senarmont. Cette première expérience nous démontre que la silice à haute température est réductible par le charbon.

» En chauffant au four électrique, dans un cylindre de charbon fermé à l'une de ses extrémités, un mélange de cristal de roche et de carbone en poudre, le phénomène est beaucoup plus net.

» L'orifice du tube est tapissé de silice floconneuse, puis, en dessous, on trouve des cristaux très nets et à peine colorés de siliciure de carbone et, un peu plus bas, tout un anneau de cristaux noirs, brillants, parsemés çà et là de globules fondus [1]; ces cristaux noirs ne sont attaquables que par le mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique. Ils prennent feu à froid dans le fluor et brûlent avec vivacité en fournissant du fluorure de silicium. Quelques-uns présentent l'aspect très net des cristaux superposés obtenus par dissolution du silicium dans le zinc en fusion. Ils sont toujours mélangés de siliciure de carbone, mais la poussière cristalline, recueillie dans tout le tube, renfermait de 28 à 30 pour 100 de silicium cristallisé.

» Cette expérience, que nous avons répétée plusieurs fois, établit donc que, sous l'action de l'arc électrique, la silice est réduite par le charbon et fournit du silicium. Lorsque la température n'est pas très élevée, une partie du silicium échappe à l'action du carbone et peut se retrouver sous forme de cristaux ou de globules fondus.

---

[1] Certains de ces globules de silicium renferment de petits cristaux de siliciure de carbone bien transparents possédant une belle teinte jaune.

» En refroidissant la vapeur de silicium au moment de sa production, ce procédé pourrait être appliqué à la préparation du silicium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation de l'aldéhyde valérique (méthyl-2-butanal-4); observations relatives à la Note de MM.* Barbier et Bouveault [1]; par M. C. **Friedel.**

« Je m'occupe depuis quelque temps déjà de l'étude des produits de la condensation de l'aldéhyde valérique par l'action de la soude étendue soit aqueuse, soit alcoolique. Cette étude n'est pas encore assez avancée pour que je puisse la communiquer à l'Académie ou en tirer des conclusions définitives en ce qui concerne la constitution des produits formés.

» L'un de ces produits est le corps que MM. Barbier et Bouveault ont considéré comme le diméthyl-26-heptène-3-méthylal-3 et qu'ils ont à son tour condensé avec l'acétone.

» Il me semble difficile d'admettre que ce composé soit différent de celui qui a été obtenu déjà, dans d'autres conditions, par plusieurs chimistes, Borodine et M. Riban entre autres, et finalement par moi-même, en opérant, si je ne me trompe, comme l'ont fait depuis MM. Barbier et Bouveault.

» Or, plusieurs propriétés de ce corps me portent à le considérer comme étant de nature acétonique plutôt qu'aldéhydique.

» Je demande donc à faire quelques réserves au sujet des conclusions de MM. Barbier et Bouveault, en attendant que des faits nettement établis permettent de trancher la question. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géométrie, en remplacement de M. *Weierstrass*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Fuchs obtient 40 suffrages.

Il y a quatre bulletins blancs.

M. **Fuchs**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

---

[1] Voir plus loin p. 1420.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. *Nordenskiold*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Nansen	obtient	25	suffrages.
M. Davidson	»	11	»
M. Schweinfurth	»	2	»
M. Helmert	»	2	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Nansen**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Médecine et Chirurgie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Hannover*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Laveran	obtient	42	suffrages.
M. Engelmann	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Laveran**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est nommé Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. **Martinet** adresse les énoncés et la démonstration sommaire de plusieurs théorèmes relatifs à la théorie des nombres.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations linéaires à l'aide des intégrales définies.* Note de M. **Ludwig Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« La transformée de Laplace (voir Poincaré, *American Journal*, t. VII) d'une équation linéaire à coefficients entiers de degré m,

$$\text{(A)} \qquad D_x(y) = \sum_{k=0}^{n} P_k(x) \frac{d^k y}{dx^k} = 0,$$

peut être définie de la manière suivante. Soit z une variable indéterminée et formons

$$\text{(1)} \qquad D_x(c^{zx}) = \Delta_z(e^{zx}),$$

en désignant par $\Delta_z(u)$ une expression différentielle linéaire d'ordre m, qui se détermine complètement à l'aide de la relation (1), si l'on remplace dans le premier membre les dérivées de e^{zx} par rapport à x, par celles par rapport à z. Alors la transformée de Laplace de l'équation (A) n'est autre chose que l'équation adjointe de $\Delta z(u) = 0$, et réciproquement, l'équation adjointe $D'_x(w) = 0$ de (A) est la transformée de Laplace de $\Delta_z(u) = 0$. Si, au lieu de e^{zx}, on prend l'expression $(z - x)^{\xi - i}$ et si l'on pose

$$\text{(2)} \qquad \varphi_\nu(z) = \sum_{k=0}^{n} (-1)^{m+\nu} \frac{(\xi - 1)\ldots(\xi - k)}{(\xi + m - 1)\ldots(\xi + m - \nu)} \frac{P_k^{(m+k-\nu)}(z)}{(m + k - \nu)!},$$

alors l'équation d'ordre $m + n$,

$$\text{(B)} \qquad \mathfrak{D}_z(u) = \sum_{\nu=0}^{m+2} \varphi_\nu(z) \frac{d^\nu u}{dz^\nu} = 0,$$

a tel rapport avec (A), que

$$\text{(C)} \qquad D_k[(z - x)^{\xi - 1}] = \mathfrak{D}_z[(z - x)^{\xi + m - 1}].$$

Pour $\xi = 0$ cette équation se réduit au théorème célèbre d'Abel et de Jacobi sur le changement du paramètre et de l'argument dans une équation linéaire. En désignant par w une fonction quelconque de x, par Λ un chemin d'intégration, on déduit de (C) et de la relation connue de La-

grange

$$\mathfrak{D}_z\left[\int_\Lambda w(z-x)^{\xi+m-i}\,dx\right]$$
$$=\int_\Lambda d\,\mathrm{D}_x[(z-x)^{\xi-i}, w]+\int_\Lambda (z-x)^{\xi-i}\,\mathrm{D}'_x(w)\,dx,$$

où $\mathrm{D}_x(f,g)$ désigne l'expression différentielle bilinéaire de Lagrange. Donc si w est une solution de $\mathrm{D}'_x(w)=0$, et si l'on choisit convenablement le chemin Λ, l'intégrale

$$u=\int_\Lambda w(z-x)^{\xi+m-i}\,dx$$

satisfait à l'équation (B), et réciproquement l'intégrale

$$y=\int_{\mathrm{L}} v(z-x)^{\xi-i}\,dx$$

donne une solution de (A), si v satisfait à l'équation adjointe de (B) et si le chemin L est déterminé convenablement. Si pour $x=\infty$ les intégrales de (A) sont déterminées (voir Fuchs, *Sitzungsberichte*, 1885, p. 281), l'équation (B) peut être remplacée par une équation d'ordre m seulement,

$$(\mathrm{E})\quad \mathrm{E}_z(u)=\sum_{\nu=0}^{m}\frac{d^\nu u}{dz^\nu}\sum_{k=0}^{n}(-1)^{m-n-\nu}\frac{(\xi-1)\ldots(\xi-k)}{(\xi+m-n-1)\ldots(\xi+m-n-\nu)}\,\frac{\mathrm{P}_k^{(m+k-n-\nu)}(z)}{(m+k-n-\nu)!}=0,$$

et si l'on suppose de plus $m=n$, on a

$$(\mathrm{C}')\qquad \mathrm{D}_x[(z-x)^{\xi-i}]=\mathrm{E}_z[(z-x)^{\xi-i}],$$
$$u=\int_\Lambda w(z-x)^{\xi-i}\,dx.$$

» Considérons dans le plan des x les lacets $s_0, s_1, \ldots, s_\sigma$ issus d'un point régulier ζ et enveloppant les points $z, a_1, \ldots, a_\sigma$, où $a_1, a_2, \ldots, a_\sigma$ désignent les racines distinctes de $\mathrm{P}_n(x)=0$, a_k une racine multiple d'ordre α_k.

» Soit (A) une équation appartenant à la classe de M. Fuchs, alors le système fondamental canonique relatif au point a_k de l'équation $\mathrm{D}'_x(w)=0$ contient en général α_k éléments

$$w_{k\alpha}=(x-a_k)^{\sigma k\alpha}p_k(x|a_k)\qquad(\alpha=1,2,\ldots,\alpha_k),$$

et en outre $m-\alpha_k$ éléments $w_{k\alpha}$ $(\alpha=\alpha_k,\ldots,m)$ se comportant régulière-

ment dans le voisinage de a_k. On démontre que les m expressions

$$u_{k\alpha} = (1-\varepsilon)\int_{s_k} w_{k\alpha}(z-x)^{\xi-i}\,dx - (1-\varepsilon_{k\alpha})\int_{s_0} w_{k\alpha}(z-x)^{\xi-i}\,dx,$$
$$(\varepsilon = e^{2\pi i\xi},\ \ \varepsilon_{k\alpha} = e^{2\pi i\sigma_{k\alpha}})$$

constituent, en général, un système fondamental de (E). Désignons de plus par $\theta_k f$ ce que devient une fonction f si la variable indépendante décrit un contour simple autour du point a_k, et soit

$$w_{i\alpha} = \sum_{\lambda=1}^{m} c_{\alpha\lambda}^{(ik)} w_{\alpha\lambda}, \qquad (k \neq i;\ \alpha = 1, 2, \ldots, m),$$

on trouve, en se servant de la méthode des chemins d'intégration mobiles de M. Fuchs (*Journal de Crelle*, t. 71),

$$\left.\begin{aligned}\theta_i u_{i\alpha} &= \varepsilon_{i\alpha} u_{i\alpha}\\ \theta_k u_{i\alpha} &= u_{i\alpha} - (1-\varepsilon_{i\alpha})\delta \sum_{\lambda=1}^{\alpha_k} c_{\alpha\lambda}^{(ik)} u_{k\lambda}\end{aligned}\right\} (\alpha = 1, 2, \ldots, \alpha_i),$$

où la constante δ doit être remplacée par ε ou par 1, suivant la situation relative des points z, ζ, a_k. Ces dernières équations permettent d'établir des relations intéressantes entre les coefficients des substitutions auxiliaires relatives à l'équation (E).

» Si l'équation (A) est de la forme

$$D_x(y) = P_m(x)\frac{d^m y}{dx^m} + P_{m-1}(x)\frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} = 0,$$

(E) se réduit à l'équation hypergéométrique généralisée de Tissot et de M. Pochhammer, que M. Jordan a si élégamment traitée dans son *Cours d'Analyse*, tome III. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques de l'air.* Note de M. G. **Maneuvrier** [1], présentée par M. Lippmann.

« I. Depuis longtemps les physiciens se sont appliqués à déterminer, pour l'air et les autres gaz, la valeur du rapport γ des deux chaleurs spéci-

(1) Extrait d'un Mémoire qui paraîtra le 1er juillet, chez Gauthier-Villars : *Nouvelle méthode de détermination de γ pour l'air et d'autres gaz.*

fiques C et c, à pression constante et à volume constant. Les Mémoires publiés sont très nombreux ; mais les méthodes sont en nombre restreint : on peut les rattacher presque toutes soit à l'emploi de l'équation adiabatique, sous ses diverses formes, soit à l'emploi de la formule de la vitesse du son. En dehors des causes d'erreur ou d'incertitude particulières à chacun de ces Travaux, il y a des objections générales à leur faire, les unes d'ordre théorique, les autres d'ordre expérimental.

» Tout d'abord ils sont fondés sur l'application aux *gaz réels* de formules qui n'ont été démontrées ou admises que pour le *gaz parfait*. On commet donc nécessairement une erreur en substituant aux coefficients théoriques, dans ces formules, les données numériques fournies par l'expérience, et cette erreur est d'autant plus accusée qu'on a fait varier dans des limites plus étendues les grandeurs à mesurer. Ainsi l'emploi des formules adiabatiques à termes finis, telles que

$$pv^{\gamma} = \text{const.}, \qquad \text{ou} \qquad \gamma = \frac{\log p_1 - \log p_2}{\log v_2 - \log v_1},$$

qui a donné aux expérimentateurs l'illusion de pouvoir faire varier beaucoup les paramètres, me semble-t-il moins légitime que l'emploi des formules approchées, à *termes très petits*, dont le type est la formule dite de *Clément et Desormes*

$$\gamma = \frac{h}{h - h'}, \qquad \text{ou} \qquad \gamma = \frac{p_1 - p_2}{p_1 - p_3}.$$

» Les objections d'ordre expérimental sont relatives à l'imparfaite réalisation de deux conditions essentielles au succès de la mesure : l'adiabatisme de la transformation que l'on fait subir au gaz ; le maintien de la constance de la température et de la pression ambiantes.

» II. Dans le choix d'une méthode de détermination de γ j'ai donc porté mon attention sur ces trois points ; et j'ai considéré, en outre, comme essentiel, d'empêcher toute rentrée ou toute sortie de gaz pendant la transformation.

» J'ai dirigé mon expérience de manière à pouvoir en exprimer les données à l'aide de la formule de Reech

$$\gamma = \frac{dp_q}{dp_t}.$$

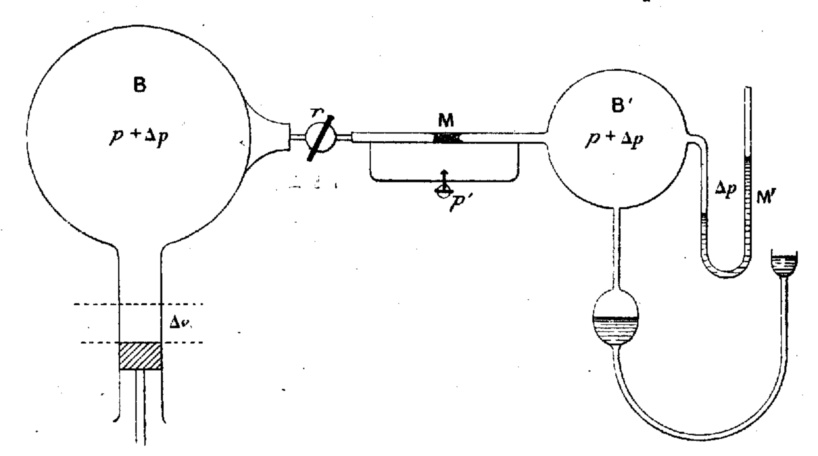
Cette formule ayant été établie pour *une substance quelconque* peut légitimement être appliquée à un gaz réel, à la condition de n'y introduire que de très petites variations Δp : dans mes expériences, elles n'ont jamais atteint 10^{mm} de mercure.

» Mon expérience complète comprenait donc deux phases successives : production d'une compression *adiabatique* et mesure de la variation de pression correspondante Δp_q ; production de la même compression, mais *isotherme*, et mesure de la variation de pression correspondante Δp_t.

» J'ai raccourci notablement la première phase, en substituant à la manœuvre plus ou moins lente d'un robinet la poussée automatique d'un piston due à la détente d'un ressort; puis j'ai retranché de l'expérience proprement dite l'opération de la mesure de Δp_q, en employant un procédé de mesure *statique*, analogue à un dispositif de M. Marcel Deprez [1], qui permettait de faire la lecture du manomètre après (ou même avant) la compression. Enfin j'ai supprimé la phase de compression isotherme en substituant à la mesure directe de Δp_t un procédé précis d'évaluation indirecte.

» III. D'après un simple schéma de mon appareil, je puis montrer comment j'ai réalisé pratiquement le principe de ma méthode.

» *Mesure de* Δp_q. — J'ai comprimé une masse constante de gaz, à l'aide d'un piston solide, dans un ballon B, d'une cinquantaine de litres, thermiquement isolé. Suppo-



sons qu'on ait un manoscope [2] sensible M, de volume négligeable, et qu'on le fasse communiquer, d'une manière permanente, avec une enceinte B' à pression constante, et d'une manière intermittente avec l'enceinte à gaz. Cette dernière communication n'ayant lieu qu'à l'instant précis où la compression adiabatique est terminée, si l'on a réalisé d'avance, par un moyen quelconque [3], précisément la pression finale $p + \Delta p_q$, le manoscope indiquera cette égalité : la détermination de Δp_q se réduira

---

(1) Marcel Deprez, *Nouvel indicateur dynamométrique*, etc. (*C. R.*, 1871).

(2) J'appelle *manoscope* un appareil propre à indiquer si deux enceintes à gaz sont à la même pression.

(3) J'ai figuré, par exemple, le dispositif de la pompe à mercure.

simplement à la constatation d'un équilibre ou d'un zéro. On aura ensuite tout le loisir de mesurer la surpression, à l'aide du manomètre M'.

» *Évaluation de* Δp_t. — Comme on connaît la véritable loi de compressibilité isotherme de l'air et de la plupart des gaz, on peut calculer rigoureusement la variation de pression Δp_t, corrélative de la variation de volume précédente. Je prenais la masse de gaz dans les conditions initiales p (pression barométrique) et $V + \Delta V$ (volume du ballon augmenté du volume du corps de pompe), et je l'amenais au volume final V : la pression finale du gaz, *à température constante*, devenait $p + \Delta p_t$. On avait donc, en appelant ε l'écart de compressibilité correspondant aux limites de l'expérience,

$$\frac{p(V + \Delta V)}{(p + \Delta p_t)V} = 1 + \varepsilon, \qquad \text{d'où} \qquad \Delta p_t = \frac{p(\Delta V - \varepsilon V)}{V(1 + \varepsilon)}.$$

» *Formule définitive.* — En portant cette valeur de Δp_t dans la formule de Reech, on obtient la formule qui caractérise ma méthode au point de vue expérimental :

$$\gamma = \frac{\frac{\Delta p_q}{p}}{\frac{\Delta V}{V} - \varepsilon}(1 + \varepsilon).$$

On calcule ε d'après les tables de Regnault; $\frac{\Delta V}{V}$ est mesuré d'avance, à loisir, et une fois pour toutes; p est lu au baromètre avant chaque expérience; Δp_q est lu au manomètre après chaque expérience; et celle-ci ne dure qu'*un instant*, le temps nécessaire à la détente du ressort compresseur : elle a varié, dans mes expériences, de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{37}$ de seconde; elle était inscrite à l'aide d'un diapason enregistreur de 148 V. s.

» IV. J'ai appliqué ma méthode et mon appareil à l'étude de trois gaz, l'air, l'acide carbonique et l'hydrogène, qu'on peut considérer comme les trois types distincts, actuellement connus, de l'état gazeux. J'ai trouvé les résultats suivants :

Air....................	$\gamma = 1,3924$
Acide carbonique........	$\gamma = 1,298$
Hydrogène..............	$\gamma = 1,384$

(dans les conditions ordinaires de température et de pression).

» V. La méthode et l'appareil sont applicables tels quels à toutes les substances qu'on peut obtenir à l'état gazeux dans ces mêmes conditions.

» J'ajouterai que l'appareil est susceptible d'une grande réduction dans les dimensions, ce qui le rendrait plus pratique, à condition qu'elle soit accompagnée d'un accroissement *proportionné* de la vitesse du piston.

» Pour rechercher l'influence de la température sur la valeur de γ et pour étudier les vapeurs, il suffirait de substituer une étuve à l'enceinte d'isolement thermique qui enveloppe le ballon dans l'appareil complet.

» Pour rechercher l'influence de la pression, il suffirait d'introduire dans l'appareil, tel que je l'ai esquissé ci-dessus, les modifications de construction que nécessite l'emploi de hautes pressions. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique.* Note de MM. **J. Violle** et **Th. Vautier**, présentée par M. Mascart.

« Nous avons récemment fait des expériences sur la propagation du son dans la conduite que la Ville de Paris vient de construire entre Clichy et Achères pour l'abduction des eaux d'égout et qui avait été très obligeamment mise à notre disposition par M. Bechmann. La portion que nous avons utilisée forme un tuyau cylindrique de 3^m de diamètre et près de 3^{km} de longueur, s'étendant en ligne droite, d'Argenteuil à Cormeilles. Ce tuyau était fermé à chaque bout par une cloison percée des ouvertures nécessaires pour recevoir les appareils et pour pénétrer à l'intérieur de la conduite.

» Les expériences ont été conduites suivant différentes méthodes et ont fourni de nombreux tracés et clichés dont le dépouillement demandera un certain temps; mais nous pouvons, dès maintenant, résumer les faits que nous avons constatés à l'aide seule de l'oreille, relativement à la propagation des sons émis par des instruments de musique (1), de l'ut_{-1} au $ré\flat_7$. M. Parès, chef de musique de la Garde républicaine, et ses artistes, M. Couesnon, le facteur d'instruments bien connu, et plusieurs membres de l'Harmonie d'Argenteuil, nous ont prêté leur concours pour la production des sons.

» Un premier fait remarquable, qui contraste singulièrement avec l'un des résultats de nos expériences de Grenoble (2), est la conservation des qualités acoustiques du son à de grandes distances, en un mot la *portée* du son. Tandis qu'à Grenoble, dans la conduite de $0^m,70$ de diamètre, un son musical intense, celui, par exemple, d'une grande flûte d'orgue de 16 pieds, cessait d'être perceptible à l'oreille peu au delà de 6^{km}, mais se

(1) Instruments à vent (flûtes de grand orgue, sarrussophones, hélicon, contrebasse, basse, piston, trompettes chromatiques, grandes et petites flûtes d'orchestre, sifflets), violoncelle, cloche, gongs.

(2) J. Violle et Th. Vautier, *Comptes rendus*, 1886-1890; *Annales de Chimie et de Physique*; 1890.

manifestait encore sous la forme de poussée après un parcours de 25^km avec une réflexion; à Argenteuil, dans la conduite de 3^m de diamètre, le même son, presque immédiatement insensible comme poussée, s'entend encore nettement au bout d'un trajet de plus de 23^km compliqué de sept réflexions. L'importance de ce fait ressortira mieux encore par les rapprochements que nous aurons l'occasion d'en faire avec d'autres phénomènes non moins nets.

» Un second fait très frappant est le caractère musical spécial que le son acquiert après un certain parcours. Qu'un instrumentiste lance une note dans la conduite à Argenteuil, le son s'enfuit vers Cormeilles (parcours AC), se réfléchit, revient à Argenteuil, où l'on entend d'abord la note fondamentale émise, puis un certain nombre d'harmoniques de cette note qui se succèdent à des intervalles courts mais distincts, de l'harmonique le plus élevé au plus grave (1). Ces sons, réfléchis sur la cloison d'Argenteuil, repartent effectuer le parcours 2AC; mais les harmoniques s'éteignent en route, et le ton fondamental revient seul à Argenteuil, où on l'entendra encore, après une ou deux nouvelles courses, de plus en plus affaibli. Si, par exemple, le son initial est l'ut_1 donné par un des gros cuivres, on a, en inscrivant les harmoniques dans l'ordre où on les entend :

Ton fondamental émis à Argenteuil.	Sons entendus à Argenteuil après des parcours.							
	2AC.					4AC.	6AC.	8AC.
ut_1.	ut_1.	sol_3.	mi_3.	ut_3.	sol_2.	ut_1.	ut_1.	ut_1.
1	1	6	5	4	3	1	1	1

» Les harmoniques supérieurs sont à peu près équidistants, les plus graves paraissent plus espacés.

» La séparation ne commence à être sensible qu'après un parcours de près de 1^km, et elle s'accuse d'autant plus que la distance est plus grande, tant que l'intensité reste suffisante. Ainsi, une note étant émise dans la conduite, à 1500^m de l'origine, l'observateur situé à Argenteuil entend d'abord le son fondamental et ses harmoniques, puis, quelques secondes plus tard, le son fondamental, retour de Cormeilles, et ses harmoniques plus espacés entre eux que ceux du premier groupe.

» Le Tableau suivant, où l'on a laissé de côté le son 1, donne quelques-

(1) Nous ne parlons pas de la fusée sifflante qui accompagne certains sons.

uns des résultats obtenus avec différents instruments à vent et avec le violoncelle.

Contrebasse.		Basse en *ut*.		Flûtes de grand orgue.	
la_{-1}	8, 6, 5, 4, 3	sol_1	6, 5, 4, 3, 2	ut_{-1}	0
ut_1	6, 5, 4, 3	ut_2	6, 5, 4, 3, 2	ut_1	0
$mi^{\flat}_1$	5, 4, 3	mi_2	5, 4, 3, 2	ut_2	0
fa_1	5, 4, 3, 2	fa_2	4, 3, 2	»	»
ut_2	3, 2	la_2	3, 2	»	»
fa_2	2	$ré_3$	2	»	»
Violoncelle.		Trompette en *fa*.		Piston en *si*♭.	
ut_1	8, 6, 5, 4, 3, 2	sol_2	3, 2	la_2	3, 2
ut_2	4, 3, 2	ut_3	2	$ré_3$	2
fa_2	3, 2	sol_3	0	sol_3	0
ut_3	2	»	»	»	»

» L'influence de l'instrument est manifeste : les sons voilés des flûtes de grand orgue reviennent seuls, tandis que les sons bien timbrés des instruments à vent ou du violoncelle arrivent avec un puissant cortège d'harmoniques.

» Le nombre des harmoniques perceptibles fournis par un même instrument décroît d'ailleurs à mesure que la note émise est plus élevée. La trompette et le piston cessent d'en fournir, à partir du sol_3, bien avant que l'on soit arrivé à la limite aiguë de leur échelle. Les basses font revenir de nombreux harmoniques dans lesquels on entend jusqu'au sol_4 inclusivement. C'est la notre la plus élevée qui, dans nos expériences, ait franchi le parcours 2 AC ou 6^{km}.

» Dans une prochaine Communication, si l'Académie le permet, nous compléterons l'étude de ces phénomènes. »

OPTIQUE. — *Sur la réfraction et la dispersion des radiations ultra-violettes dans quelques substances cristallisées.* Note de M. **G.-Adolphe Borel**, présentée par M. A. Cornu.

« Grâce aux appareils basés sur les phénomènes de réflexion totale, la réfraction et la dispersion des radiations visibles ont été beaucoup étudiées

dans ces dernières années ; mais on possède beaucoup moins de données, quant aux radiations ultra-violettes, auxquelles la méthode du prisme paraît seule applicable. J'ai cherché à combler cette lacune en mesurant les indices de quelques cristaux monoréfringents, pour les principales raies ultra-violettes du cadmium.

» Je me suis servi d'un spectromètre, en remplaçant l'oculaire ordinaire par une petite chambre photographique. Pour corriger l'erreur amenée par la courbure des faces de mes prismes, je les ai toujours décentrés, suivant les indications de M. Carvallo. Dans les mesures, j'ai opéré, à quelques détails près, comme M. Cornu l'avait fait dans son étude du spectre solaire. Toutes les mesures définitives ont été faites au moyen de clichés doubles.

» J'ai étudié quatre substances monoréfringentes : le sel gemme, le chlorate de soude, l'alun sulfurique d'alumine et potasse

$$(Al^2.K^2.4SO^4 + 24H^2O),$$

et l'alun sulfurique d'alumine et ammoniaque

$$(NH^4)^2.Al^2.4SO^4.24H^2O),$$

et une substance biréfringente à deux axes optiques : le sulfate de magnésie

$$(SO^4Mg + 7H^2O).$$

» Pour chaque substance j'ai taillé plusieurs prismes, de dimensions et d'angles aussi différents que possible. Pour le sulfate de magnésie j'ai employé trois séries de prismes ayant leurs angles réfringents bissectés par l'une des trois sections principales. Chaque prisme donnant deux des trois indices principaux, les trois séries se contrôlent l'une l'autre.

» En commençant ce travail je ne savais pas que M. Joubin eût déterminé les indices du sel gemme jusqu'à la raie Cd 24 ; et lorsque j'ai eu connaissance de ses chiffres, une différence assez considérable pour Cd 18 m'a engagé à continuer mes mesures. J'ai également repris les indices du chlorate de soude, déterminés précédemment jusqu'à Cd 18 par M. Dussaud, à cause d'une incertitude que cet auteur a signalée sur l'indice de la raie Cd 12.

	Sel gemme. 15°.	Chlorate de soude. 19°.	Alun de potasse. 14° (env.)	Alun d'ammoniaque. 19° (env.).	Sulfate de magnésie γ. 20°.	Sulfate de magnésie β. 20°.	Sulfate de magnésie α. 20°.
D.......	1,54443	1,51523	1,45626	1,45935	1,46072	1,45525	1,43226
Cd. 9...	1,57855	1,53917	1,47436	1,47799	1,47937	1,47356	1,44916
Cd.10...	1,58365	1,54278	1,47691	1,48043	1,48195	1,47618	1,45158
Cd.11...	1,58627	1,54452	1,47814	1,48180	1,48321	1,47739	1,45275
Cd.12...	1,59304	1,54931	1,48145	1,48500	1,48660	1,48074	1,45591
Cd.17...	1,62704	1,57271	1,49675	1,50096	1,50226	1,49631	1,47046
Cd.18...	1,64624	1,58607	1,50514	1,50943	1,51091	1,50489	1,47863
Cd.23...	1,68837	1,61586	1,52209	1,52684	1,52838	1,52229	1,49501
Cd.24...	1,69914	»	1,52615	1,53106	1,53262	1,52656	1,49904
Cd.25...	1,71709	»	1,53280	1,53782	»	»	»
Cd.26...	1,73216	»	1,53825	1,54349	»	»	»

» L'influence de la température sur les indices (Cd.10) du sulfate de magnésie, entre 0° et 25°, a été déterminée à l'aide de poses faites sur un même cliché aux deux températures extrêmes, sans rien changer à l'appareil dans l'intervalle. Si l'on tient compte de la variation des angles, qui est assez considérable, les observations sur trois prismes différemment taillés donnent, d'une manière très concordante :

$$\Delta\gamma = -0{,}000025, \qquad \Delta\beta = -0{,}000032, \qquad \Delta\alpha = -0{,}000036.$$

» J'ai déterminé, en outre, les indices du sulfate de magnésie pour les principales raies de Frauenhofer, au moyen du réfractomètre de M. G. Soret. J'ai trouvé, comme moyenne générale de mes mesures ramenées à 20° :

	a.	B.	C.	D.	*b*.	F.	G.
γ.......	1,45676	1,45725	1,45844	1,46108	1,46456	1,46663	1,46943
β.......	1,45182	1,45226	1,45321	1,45554	1,45905	1,46111	1,46426
α.......	1,42947	1,42991	1,43067	1,43284	1,43603	1,43776	1,44000 (1)

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'Université de Genève, et sera publié *in extenso* dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les variations de l'écrouissage des métaux.* Note de M. FAURIE.

« Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 2ᵉ semestre de l'année 1891, je définissais l'écrouissage par la différence F — R donnée par l'équation

$$F - R = K \frac{l}{L + \alpha l},$$

dans laquelle R est la force par millimètre carré de la section primitive pour laquelle commencent les déformations permanentes, F la force par millimètre carré de la section actuelle qui produit sur la longueur L du barreau d'épreuve l'allongement permanent l, et enfin K et α deux constantes dépendant de la nature et de l'état du métal. Je donnais pour certains métaux et alliages les valeurs de K et de α.

» Depuis j'ai été amené à penser, *a priori*, et j'ai ensuite vérifié par l'expérience que K était proportionnel à α.

» Comme la suite le prouvera, les considérations qui établissent cette proportionnalité ont une certaine importance.

» Rappelons sommairement quelques-uns des phénomènes qui accompagnent un essai de traction; et supposons que nous opérions sur une éprouvette de laiton au titre de 67 de cuivre pour 33 de zinc, cet alliage étant l'un de ceux où les faits qui nous intéressent sont le plus accentués. Donc, le métal ayant subi un recuit complet est placé dans la machine d'essai : il commencera à se déformer sous une charge de 7^{kg} à 8^{kg} par millimètre carré et s'allongera au fur et à mesure qu'augmentera sa résistance. Conduisons l'opération très lentement, et autant que possible de telle sorte que la charge soit toujours croissante et croisse toujours d'une façon continue. Presque immédiatement nous reconnaîtrons qu'il est impossible d'obtenir pour des accroissements réguliers et continus de la longueur des accroissements réguliers et continus de la charge; et nous constaterons que, tandis que les allongements s'effectuent avec régularité, le métal ne résiste que par à-coups, présentant à des intervalles de temps peu sensibles d'abord et paraissant égaux, puis peu à peu de plus en plus marqués, des pertes de charge régulièrement croissantes.

» D'autre part, il est aisé de constater, en opérant sur un barreau d'épreuve gradué, que l'allongement ne se produit pas en même temps sur toute

la longueur et qu'il n'est pas le même en toutes les parties qui s'allongent. Or, est-il impossible que les divisions naturelles en nœuds et ventres qui prennent naissance pendant les vibrations d'une tige encastrée puissent persister d'une certaine manière pendant les déformations élastiques et aussi pendant les déformations permanentes; et, si la chose n'est pas impossible, n'est-il pas admissible que le barreau soumis à la traction puisse se comporter sensiblement comme s'il était formé de plusieurs parties d'une certaine longueur λ, se déformant successivement et indépendamment les unes des autres; λ serait alors la distance comprise entre les deux nœuds consécutifs.

» La formule rappelée ci-dessus pourrait s'écrire

$$F - R = \chi \frac{l}{\frac{L}{\alpha} + l}, \qquad \alpha\chi = K.$$

$\frac{L}{\alpha}$ serait égal à la demi-longueur d'onde de déformation λ. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le poinçonnage.* Note de M. CH. FREMONT présentée par M. Maurice Lévy.

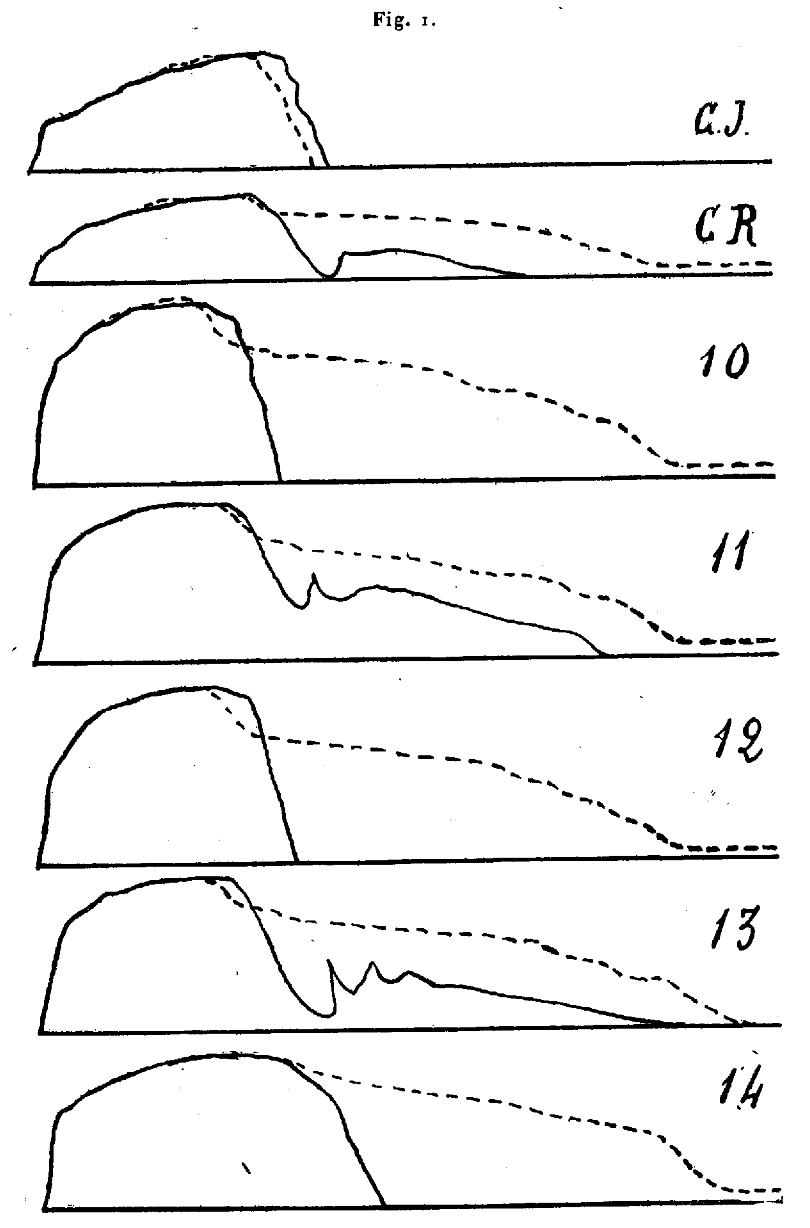
« L'application des procédés de recherche concernant la théorie expérimentale du poinçonnage et du cisaillement, décrits dans une Note présentée à l'Académie le 10 décembre 1894, nous a permis d'élucider l'importante question du jeu dans le poinçonnage, c'est-à-dire de l'espace libre laissé entre un poinçon et sa matrice.

» Sept barres de métaux différents : laiton, cuivre, aciers doux, fers, etc., ayant chacune une épaisseur de 25^{mm}, ont été poinçonnées avec le même poinçon mesurant 35^{mm} de diamètre, mais successivement avec deux matrices différentes : la première, d'un diamètre de 36^{mm}, laissant un jeu minimum pratique de 1 demi-millimètre et donnant des trous presque cylindriques; la seconde, d'un diamètre de 39^{mm}, laissant un jeu quatre fois plus grand et donnant des trous coniques.

» Les diagrammes du travail de ces poinçonnages enregistrés par l'élasticimètre et reproduits par la *fig.* 1 indiquent, en traits continus, le travail dépensé avec la matrice du plus grand diamètre donnant des débouchures et des trous coniques et, en traits pointillés, le travail dépensé avec la matrice du plus petit diamètre donnant des trous et des débouchures cylindriques.

» La *fig.* 2 est la reproduction photographique des débouchures obtenues dans ces poinçonnages. Les débouchures placées à la partie inférieure sont celles qui ont été

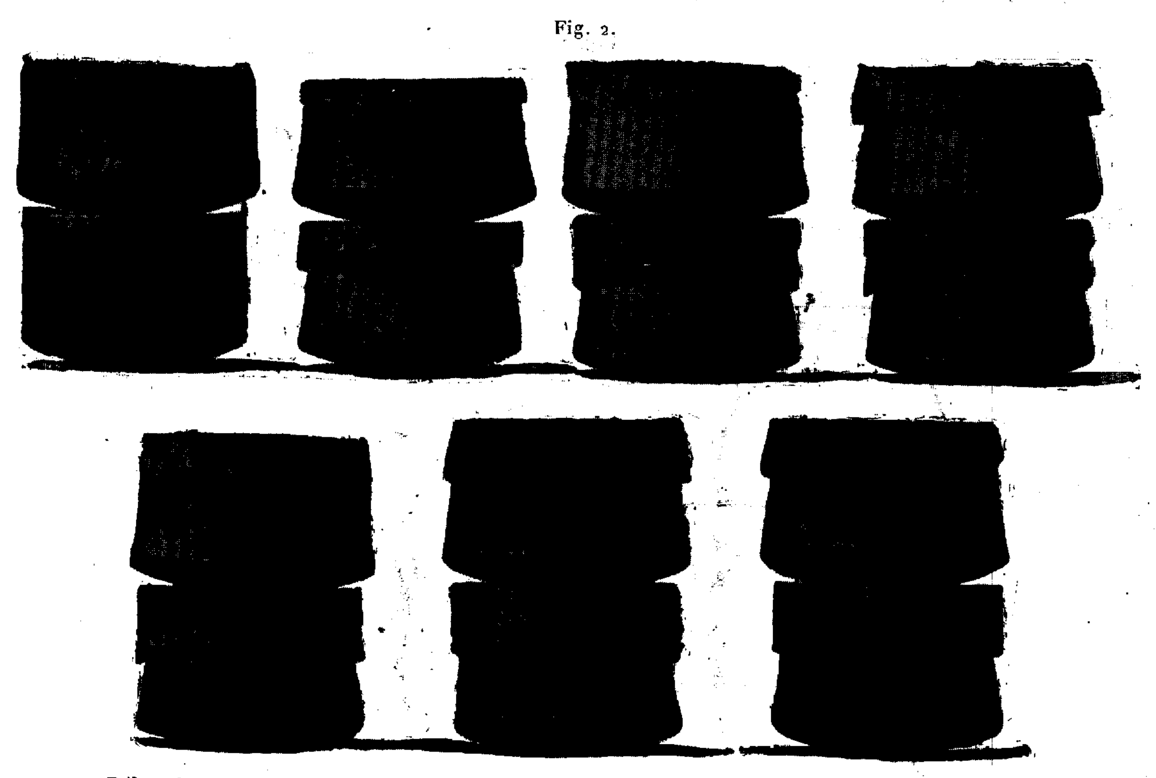
Fig. 1.



Diagrammes du travail, montrant que le jeu laissé entre le poinçon et la matrice n'a pas d'influence sur l'effort maximum dans le poinçonnage.

produites avec la plus petite matrice, celles qui sont superposées aux premières ont été obtenues avec la plus grande matrice.

Fig. 2.



Débouchures coniques et cylindriques obtenues avec un même poinçon dans des métaux différents.

» On constate que l'effort maximum est le même pour les deux poinçonnages, quel que soit le jeu laissé dans la pratique industrielle entre le poinçon et la matrice, et cela contrairement à ce qui était admis jusqu'ici.

» La différence n'existe que dans la quantité de travail dépensé pour l'exécution du poinçonnage.

» Or ce travail peut être divisé en deux parties, la première correspondant au travail de cisaillement, proprement dit, par traction du métal et s'effectuant pendant le premier tiers du poinçonnage, la seconde correspondant au travail d'expulsion de la débouchure et s'effectuant dans le reste de la course du poinçon.

» Pour connaître les phénomènes de cette expulsion de la débouchure, nous avons fait l'expérience suivante :

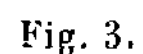
» Dans une même barre de métal de 18^{mm} d'épaisseur et en employant toujours le

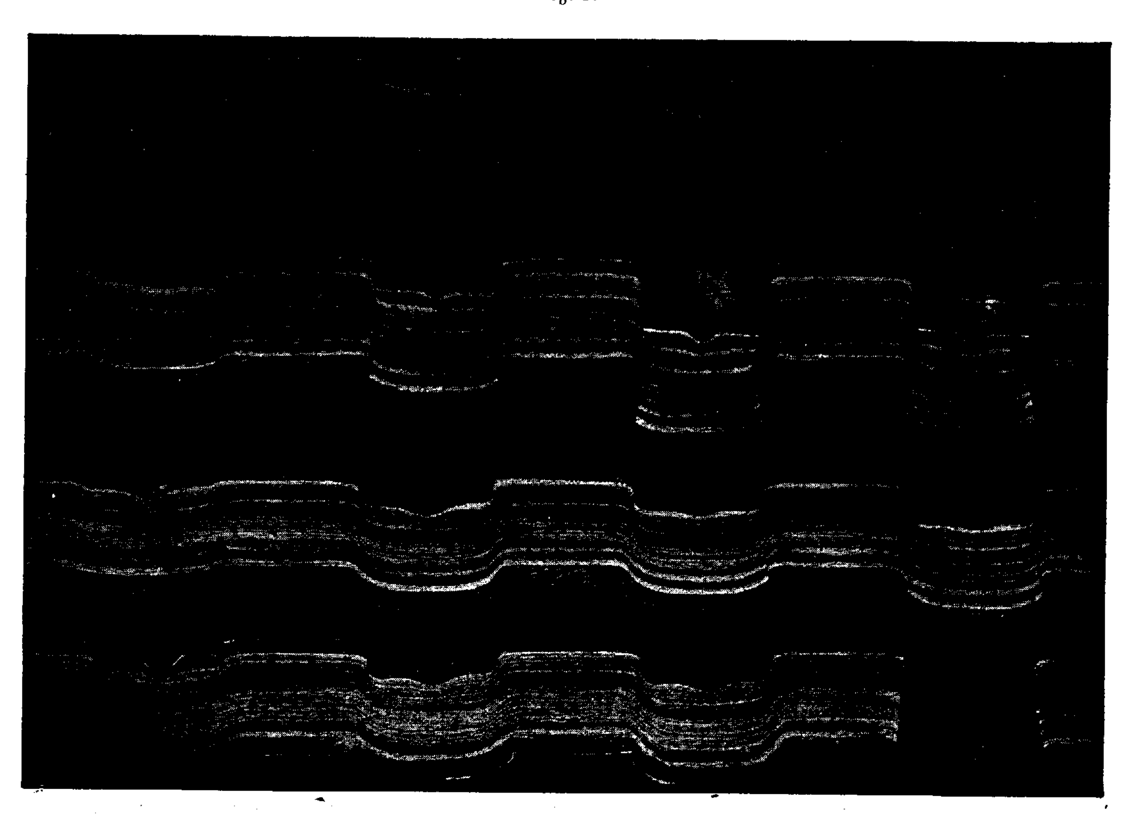
même poinçon de 19^{mm} de diamètre, nous avons donné quatre coups successifs de poinçon pénétrant à des profondeurs différentes et de plus en plus grandes.

» Cette expérience a été renouvelée avec quatre matrices différentes :

» La première ayant un diamètre de 19^{mm} (exactement le même que le poinçon, le jeu était donc nul); la deuxième ayant un diamètre de 20^{mm} (le jeu était ainsi celui de la pratique industrielle); la troisième ayant un diamètre de 22^{mm}; la quatrième ayant un diamètre de 24^{mm}.

» Coupant par l'axe des trous les barres ainsi poinçonnées et damasquinant, nous avons eu l'aspect représenté par la photographie (*fig.* 3).


Fig. 3.



Poinçonnages avec le même poinçon, montrant les différents phénomènes qui se produisent dans l'expulsion de la débouchure quand le jeu de la matrice, d'abord nul, va en augmentant.

» Il apparaît nettement que la débouchure ayant la forme d'un double tronc de cône ne peut sortir que si l'ouverture inférieure, du côté de la matrice, est sensiblement plus grande que le diamètre du poinçon.

» Quand le jeu est insuffisant, il se produit à la partie inférieure du trou

une forte compression latérale analogue à celle que produirait une broche conique subissant le très grand effort indiqué sur le diagramme du travail (*fig.* 1).

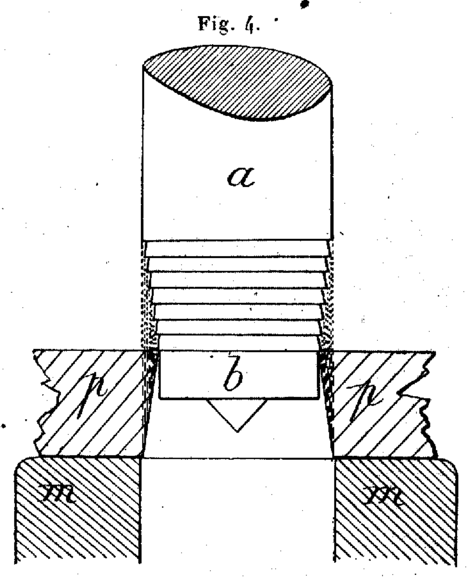
» C'est cette compression latérale qui est la cause :

» 1° Du cintrage du métal sous l'effet du poinçonnage;

» 2° Des gonflements et déchirures dans les fers;

» 3° De la fissilité dans les aciers.

Fig. 4.



Poinçon permettant d'obtenir un poinçonnage parfait, avec une débouchure conique et un trou cylindrique et lisse.

» En résumé, ces expériences indiquent, contrairement à ce qui était admis jusqu'ici :

» 1° Que l'effort maximum dans le poinçonnage est indépendant du jeu dans les conditions habituelles de la pratique industrielle;

» 2° Que le jeu est fonction de l'épaisseur du métal à poinçonner et non pas du diamètre du poinçon;

» 3° Que ce jeu est aussi fonction de l'allongement du métal mais dans une moindre proportion;

» 4° Que ce jeu doit être environ d'un cinquième de l'épaisseur du métal à poinçonner.

» Pour obtenir un poinçonnage parfait, il faut remplir les conditions suivantes :

» 1° Ne pas détériorer le métal;

» 2° Obtenir un trou cylindrique et lisse comme celui que produit le forage à la mèche.

» La première condition est satisfaite si le jeu entre le poinçon et la matrice est suffisant, mais alors le trou poinçonné est conique; pour le rendre cylindrique il suffit de raboter ou de mortaiser en plusieurs passes prenant chacune à la fois une faible épaisseur du métal.

» Or, pour l'économie du travail, toutes ces opérations peuvent être faites d'un seul coup de poinçon; il suffit de donner à cet organe la forme indiquée par la *fig.* 4. »

CHIMIE. — *Propriétés de l'acide carbonique solide.* Note de MM. **P. Villard** et **R. Jarry.**

« En raison du désaccord qui existe entre les résultats publiés par divers auteurs au sujet de la neige carbonique, nous avons pensé qu'il y avait intérêt à reprendre l'étude d'un aussi puissant agent de réfrigération. Pour éviter toute complication dans les expériences, nous avons mesuré les températures simplement au moyen d'un thermomètre à toluène vérifié avec soin.

» *Point de fusion et propriétés optiques de l'acide carbonique solide.* — De l'acide carbonique sec a été distillé et solidifié dans un large tube refroidi, suivant l'axe duquel était suspendu le thermomètre. L'appareil ayant été purgé d'air, le tube a été réchauffé lentement dans une enceinte close. Bientôt la fusion a eu lieu, durant laquelle la température s'est maintenue pendant près de 20^m à $-56°,7$. Un manomètre relié au tube indiquait en même temps une pression invariable de $5^{atm},1$.

» Après fusion presque totale, la température et la pression s'étant élevées, le tube a été refroidi et la solidification observée. Elle a été accompagnée, comme la fusion, d'un arrêt du thermomètre à $-56°,7$ et du manomètre à $5^{atm},1$.

» Ainsi l'acide carbonique cristallisé fond à $-56°,7$ sous une pression de $5^{atm},1$. C'est à peu près ce qu'avait trouvé Faraday.

» La neige carboniqne, préparée de la manière ordinaire, puis enfermée dans un tube semblable au précédent a donné sensiblement les mêmes résultats.

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» Nous n'avons eu aucune correction à faire subir à la température observée; l'expérience était réglée de telle sorte que le thermomètre n'eût pas de colonne émergente et la pression ne modifiait les indications de l'instrument que d'une quantité inférieure à 0°,1.

» Les cristaux d'acide carbonique, simplement déposés sur une lame de verre ont pu être facilement examinés au microscope : ils se sont montrés absolument sans action sur la lumière polarisée.

» *Température de l'acide carbonique solide à l'air libre.* — Fondant sous une pression de $5^{atm},1$, l'acide carbonique ne peut exister sous la pression ordinaire qu'à l'état gazeux ou à l'état solide, hormis le cas de surfusion. De plus, l'acide solidifié exposé en vase ouvert doit de lui-même prendre la température pour laquelle la force élastique de la vapeur émise est égale à la pression extérieure. C'est ce qui arrive, en effet, et, à l'air libre, l'acide carbonique cristallisé ou neigeux se maintient à une température constante de — 79°. Les variations de la pression atmosphérique sont en général trop faibles pour modifier sensiblement cette température. Mais il importe de protéger le thermomètre contre le rayonnement des objets extérieurs. Cette cause d'erreur est très facile à mettre en évidence; nous l'avons évitée en mettant la neige carbonique dans un tube en verre de 35^{mm} de diamètre, argenté extérieurement et placé dans une enceinte portant un revêtement métallique intérieur; nous avons, de plus, fait le vide dans cette enceinte, à l'exemple des physiciens anglais, afin de supprimer tout apport de chaleur par convection.

» Nous avons ensuite vérifié qu'à — 79° la vapeur émise par la neige possède une force élastique précisément égale à la pression extérieure.

» Ainsi, le point d'ébullition de l'acide carbonique solide sous la pression atmosphérique est situé à — 79°. Regnault avait trouvé — 78°,16 au moyen du thermomètre à air [1], et Pouillet — 79°.

» En présence de ce résultat, nous ne pouvons nous ranger à l'opinion des physiciens, qui attribuent à la neige carbonique exposée en vase ouvert une température de — 60°. La force élastique de la vapeur émise étant alors d'environ 4^{atm}, un pareil fait serait contraire aux lois de l'ébullition.

» *Mélanges réfrigérants.* — Contrairement à ce qui a été affirmé, l'éther mélangé à la neige carbonique n'en abaisse pas la température.

» Quelle que soit la manière dont on fait le mélange, la température

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 259.

minima est atteinte seulement quand il y a excès de neige ou d'acide cristallisé, et ne dépasse pas — 79°. L'ébullition de l'acide carbonique continue à se produire dans l'éther, et, conformément aux lois connues, s'arrête si l'on refroidit le mélange, ou si l'on ferme le tube qui le contient; dans ce cas, la température s'élève, puis redescend à — 79° quand on ouvre à nouveau le tube. Il faut donc attribuer le froid obtenu au fait que la neige est froide et qu'elle tend à se maintenir à son point d'ébullition. Si le refroidissement de l'éther provenait d'un phénomène de dissolution, il serait maximum au moment de la saturation, ce qui n'est pas. D'ailleurs, l'effet thermique résultant de la dissolution de l'acide carbonique est tellement faible que, pour le constater, il faut refroidir préalablement l'éther à — 79°; l'addition d'une petite quantité de neige dans ce liquide non saturé et déjà froid produit alors un abaissement de température de 1° environ.

» Le chlorure de méthyle se comporte tout autrement : à partir de — 65° la neige carbonique s'y dissout sans dégagement gazeux, et, au moment où la saturation est atteinte, le thermomètre marque — 85°. L'abaissement de température est bien dû à la dissolution de la neige puisqu'il ne se dégage pas de gaz et que la température finale est inférieure à — 79°. Dans ces conditions, un excès d'acide carbonique sera nuisible puisqu'il se comportera comme un corps inerte plus chaud que le mélange; c'est en effet ce que nous avons constaté.

» Au moyen d'un courant d'air sec on peut facilement abaisser à — 90° la température de ces mélanges.

» *Température de la neige carbonique dans le vide.* — Nous avons mis environ 120^{gr} de neige dans un cylindre en toile métallique fermé par une plaque de liège à une extrémité. Un thermomètre était placé au centre de la neige. Le tout était installé sous la cloche d'une machine pneumatique à côté d'un petit manomètre. Un fil de cuivre pénétrait dans la cloche en traversant un bouchon et permettait de soulever le thermomètre au moment des lectures. Enfin, un grand flacon rempli de potasse en fragments était intercalé entre la machine et le récipient.

» Le vide s'est fait avec la plus grande facilité et en quinze minutes le thermomètre est descendu à — 115°; peu après il marquait — 125°, la pression étant alors de 5^{mm} de mercure. Cette température a pu être maintenue pendant près de trois heures; la neige carbonique ne se vaporisant qu'avec une extrême lenteur dans ces conditions : à la fin de l'expérience il en restait encore 60^{gr}.

» Ce résultat est peu différent de celui qu'avait obtenu M. Pictet dans ses expériences sur la liquéfaction de l'oxygène. On voit qu'il est possible de réaliser cette liquéfaction sans autre réfrigérant que la neige carbonique et avec les ressources ordinaires d'un laboratoire. Nous nous proposons de faire cette expérience, en raison de l'intérêt qu'elle présente au point de vue de la technique expérimentale. »

CHIMIE. — *Sur une formule de* M. Guye. Note de M. **A. Colson**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'une des deux conclusions du travail de MM. Guye et Jordan sur les éthers des acides oxybutyriques inséré aux derniers *Comptes rendus*, p. 1274, est ainsi énoncée :

» Si l'on s'en tient au schéma du tétraèdre régulier et à l'hypothèse des masses occupant les quatre sommets de ce tétraèdre, les corps de la série I devraient être dextrogyres (ils sont lévogyres); d'autre part, les corps de la série II devraient être lévogyres jusqu'au terme butyryle (ils sont dextrogyres)... Nos observations démontrent que ces conditions sont imparfaitement remplies; la formule simplifiée du produit d'asymétrie est donc insuffisante dans la plupart des cas ci-dessus.

» Cette insuffisance du tétraèdre régulier et de la formule simplifiée qui en résulte a déjà été démontrée dans plusieurs Notes que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Dès 1892 (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 175), j'opposais l'anhydride acétyltartrique et les acétyltartrates métalliques aux tartrates métalliques cités par M. Guye à l'appui de sa formule. A ces exceptions j'ai ajouté (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 729) les sels de diamines non dissociables par l'eau; puis (*Comptes rendus*, t. CXVI, p. 818) les éthers maliques. Dans le même volume (p. 319) l'étude des *variations du pouvoir rotatoire sous l'influence de la température* m'apportaient des preuves d'une autre nature contre la formule de M. Guye. En effet, l'échantillon même d'éther d'isobutylamyle qui avait servi à ce savant changeait de signe par refroidissement. M. Ramsay a démontré, depuis, que cet éther ne subissait aucune condensation moléculaire dans les conditions de mes expériences.

» Les énormes variations que subissent les pouvoirs rotatoires de certains corps sous l'action de la température montrent combien les déterminations de M. Guye sont mal définies. De plus, il y a lieu de penser que certains nombres changeraient de signe, si l'on remplaçait la lumière jaune

par d'autres radiations; car le sens des variations du pouvoir rotatoire, quand on passe d'une radiation à une autre, n'est pas le même pour tous les corps : j'ai en effet déterminé vers 15° les pouvoirs rotatoires consignés dans le Tableau ci-dessous, la longueur observée étant $0^{m}, 20$.

	Raie D.	Vert thallium.	Rouge strontium.	
Oxyde de méthyl-amyle.....	20′	10′	»′	décroît
» iso-amyle........	41	65	45	croît
» iso-butyl-amyle...	14	24	»	croît
Acétate d'amyle............	63	»	54	décroît

» Je persiste donc à penser que non seulement la formule simplifiée de M. Guye n'est pas fondée, mais que le sens du pouvoir rotatoire ne sera pas indiqué d'une façon satisfaisante par une formule basée uniquement sur des hypothèses chimiques.

» D'ailleurs, l'hypothèse fondamentale sur laquelle M. Guye appuie ses propres hypothèses me semble peu probable. Elle consiste à subdiviser les molécules actives en quatre masses matérielles (dont la disposition forme nécessairement un tétraèdre puisqu'il s'agit de corps dans l'espace) : ces *quatre masses fixées aux sommets du tétraèdre sont sans action les unes sur les autres,* et ont pour centre de gravité et d'*attraction* un atome de carbone dont la masse est généralement plus petite que celle de l'une des quatre masses fondamentales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcools dérivés d'un térébenthène droit, l'eucalyptène.* Note de MM. G. **Bouchardat** et **Tardy**.

« M. Voiry, par un travail étendu sur diverses essences d'Eucalyptus, a fait connaître la présence de petites quantités d'un térébenthène fortement dextrogyre, dans l'essence d'*Eucalyptus globulus,* distillée dans le midi de la France. Nous avons cherché à produire un certain nombre de dérivés de ce carbure, pour les comparer à ceux déjà obtenus par l'un de nous avec le térébenthène gauche.

» Deux échantillons différents, provenant de résidus d'extraction d'eucalyptol, nous ont fourni, après de très nombreuses rectifications, un même produit ayant à peu près le même pouvoir rotatoire. Déviations sous 10^{cm} d'épaisseur, égales à $+34°10'$ et à $+33°40'$. Par contre, un troisième

échantillon de carbure donné comme produit, de même, par l'*Eucalyptus globulus* de Provence, était presque entièrement inactif : $\alpha_D = + 34'$ pour $l = 10$. Nous estimons que les distillateurs doivent confondre sous le nom d'*Eucalyptus globulus* des variétés presque identiques dont l'une, la plus répandue, renferme du térébenthène droit, l'autre, soit un térébenthène lévogyre qui, par son mélange avec le précédent, fournit un produit à déviation intermédiaire ; soit un térébenthène inactif que l'étude des dérivés nous a fait reconnaître être un inactif par compensation.

» Le térébenthène droit de l'Eucalyptus a rigoureusement les propriétés du térébenthène gauche de l'essence du pin des Landes. Il bout de 156° à 157° ; sa densité à 0° a été trouvée par nous de 0,870, à 18° de 0,865.

» Mais la déviation imprimée par une colonne de 5^{cm} est de 16°70' à la température de 15°, ce qui donne un pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = + 39°.$$

» M. Riban donne le nombre — 40°30' pour pouvoir rotatoire du térébenthène gauche. Nous avons transformé ce carbure en terpilénol dextrogyre par l'action à froid de l'acide formique cristallisable, qui, d'après M. Lafont, a transformé le térébenthène gauche presque intégralement en formiate terpilénique lévogyre.

» Le formiate dextrogyre obtenu par nous, saponifié, fournit à la distillation dans le vide une huile cristallisant par le refroidissement. Le terpilénol $C^{20}H^{18}O^2$ ainsi préparé a toutes les propriétés de celui dérivé du térébenthène gauche. Il cristallise en volumineux cristaux de ses solutions éthérées ; il fond à 33°-34°. Il a l'odeur spéciale de muguet ou de lilas commune à ses congénères. Il bout vers 218° en se décomposant, etc. Mais son pouvoir rotatoire est dextrogyre, $[\alpha]_D = + 88°$. Nous avons de même préparé les bornéols et isobornéols ou fenchols de l'eucalyptène droit en chauffant ce carbure avec l'acide benzoïque à 150°. Une partie du térébenthène s'est transformée en un terpilène ou citrène dextrogyre ; une autre a fourni les éthers benzoïques d'un dextrobornéol et d'un isomère optique de l'isobornéol ou fenchol.

» Le bornéol droit obtenu dans cette action présente des particularités optiques que nous n'avons observées que rarement à ce degré dans les autres bornéols synthétiques préparés par nous. Après purification par de nombreuses cristallisations à l'éther de pétrole et au sulfure de carbone, il fond et bout aux environs de 213°.

» Il ne possède qu'un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 18°40'$, alors que le

camphre qui en dérive a un pouvoir rotatoire de + 31° pour les solutions au dixième. Le rapport de ces deux nombres s'éloigne très notablement du quotient $\frac{37}{42}$ qui représente le rapport des pouvoirs rotatoires du camphre des Laurinées et du bornéol du Driobalanops. Notre produit de synthèse devait renfermer l'isomère particulier découvert par de Montgolfier, dont le pouvoir rotatoire est réversible. Nous en avons opéré la rétrogradation en chauffant pendant vingt-quatre heures notre bornéol avec l'acide benzoïque de façon à l'éthérifier en partie.

» Le bornéol total récupéré après saponification avait un pouvoir rotatoire plus élevé $[\alpha]_D = +25°40'$. Un second traitement à l'acide benzoïque n'a plus fait gagner que 10', soit $[\alpha]_D = +25°50'$; le bornéol régénéré donnant toujours un camphre de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +30°50'$ à $+31°$.

» Le camphre oxydé par l'acide nitrique nous a donné un acide camphorique particulier que nous avons reconnu être un mélange d'acide camphorique ordinaire et d'acide racémo-camphorique $C^{20}H^{16}O^8$. L'acide dextro-camphorique, le plus abondant des deux, est assez soluble dans l'eau comme celui des Laurinées. Il fond à 181°; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique est $[\alpha]_D = +44°$.

» Le second acide, très peu soluble dans l'eau, en cristaux grenus, a un pouvoir rotatoire nul; $[\alpha]_D = +12'$, en solution alcoolique. Son point de fusion est situé à 203-204 degrés. Il fournit un anhydride peu soluble dans l'éther, fondant à 223 degrés et dont les cristaux sont identiques à ceux de l'anhydride racémo-camphorique ordinaire, mélange des anhydrides droits et cyanures ordinaires. Il nous paraît que le bornéol obtenu par nous dans cette expérience renfermait du bornéol droit en excès avec du bornéol gauche normal et du bornéol gauche à pouvoir rotatoire instable de de Montgolfier.

» Le plus souvent dans l'action des acides sur les térébenthènes actifs on n'obtient qu'un bornéol actif mélangé de racémique ordinaire.

» Le fenchol ou isobornéol $C^{20}H^{18}O^2$, qui prend naissance avec les bornéols précédents et que nous avons isolé par une série de distillations et de cristallisations, bout à 198°-200°. Il fond vers 45°; il a toutes les propriétés de l'isobornéol préparé avec le térébenthène gauche. Seulement il est lévogyre, son pouvoir rotatoire étant égal à $-10°$ ou $-10°20'$, de sens inverse de celui de son isomère et de valeur sensiblement égale en grandeur absolue. Il fournit un camphre liquide à 15°, solide à 0°, fortement dextrogyre, et qui paraît identique avec le camphre anisique de Landolph ou la fenchone de Wallach.

» Le térébenthène droit fournit, comme on le voit, une série d'alcools et de camphres analogues à ceux fournis par le térébenthène gauche ayant des pouvoirs rotatoires de grandeur identique, de sens inverse. Tous ces dérivés existent dans certains produits élaborés par des végétaux.

» L'eucalyptène inactif ou peu actif a des propriétés identiques aux térébenthènes actifs. Il nous a fourni du bornéol racémique, du camphre inactif, de l'acide camphorique racémique fondant à 203°-204°, de l'anhydride camphorique racémique fusible à 223°, ce qui nous conduit à admettre qu'il est un carbure racémique vrai.

» Il nous a fourni de même un isobornéol ou fenchol inactif et un camphre liquide racémique ainsi qu'un terpinol inactif. Ce dernier paraît être identique avec le terpinol dérivé de la terpine.

» L'étude attentive des dérivés des divers térébenthènes naturels à pouvoirs rotatoires divers permettra vraisemblablement d'établir que les carbures ne sont que des mélanges de deux térébenthènes actifs droit et gauche se rencontrant souvent en proportion variable. Tel est le cas du térébenthène de l'essence américaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des aldéhydes non saturées de la série grasse avec la diméthylcétone; synthèse d'hydrocarbures aromatiques.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons montré, dans deux précédentes Notes, que les aldéhydes grasses saturées se condensent avec la diméthylcétone pour donner des acétones non saturées à une double liaison; on sait, d'autre part (Tiemann), qu'une aldéhyde à deux liaisons éthyléniques, le lémonal (citral), se condense aussi avec la diméthylcétone en fournissant une acétone à trois doubles liaisons (pseudoionone); on pouvait donc espérer, à l'aide d'aldéhydes à une liaison éthylénique et de la diméthylcétone, obtenir des acétones à deux doubles liaisons (diénones). L'expérience a confirmé cette prévision.

» Dans ce Mémoire, nous nous proposons de donner la préparation de deux de ces acétones et leur transformation en deux hydrocarbures aromatiques par voie de déshydratation.

» *Condensation de la méthyléthylacroléine avec l'acétone.* — La méthyléthylacroléine (méthyl-2-pentène-2-al-1) [1] réagit aisément sur l'acétone

---

[1] Hoppe, *Monat. f. Chem.*, t. IX, p. 637.

en présence de la soude diluée. 100gr de cette aldéhyde, mélangés à 100gr de diméthylcétone, sont introduits dans 1lit d'eau et le tout est additionné de 50cc de soude à 10 pour 100. Après vingt-quatre heures de contact avec agitations fréquentes, l'odeur de la méthyléthylacroléine ayant disparu, on met fin à l'opération en neutralisant la liqueur. Le produit décanté, lavé et rectifié dans le vide, fournit la méthyl-5-octadiène-3.5-one-2 qui a pris naissance conformément à l'équation

$$CH^3 - CH^2 - CH = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CHO + CH^3 - CO - CH^3$$

$$= H^2O + CH^3 - CH^2 - CH \equiv \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH = CH - CO - CH^3.$$

» La méthyloctadiénone est un liquide incolore, mobile, d'une odeur faiblement aromatique bouillant à 97° sous 8mm; $d_0 = 0,9170$.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.		Calculé pour $C^9H^{14}O$.
C...........	78,26	C...........	78,26
H...........	10,17	H...........	10,14

» Traitée à l'ébullition par son poids de chlorure de zinc, elle perd H^2O et se change en pseudocumène,

```
        CH                                  CH
       /  \\                               /  \\
CH³ — C    CH                      CH³ — C    CH
      ||   |                             ||   |
      CH   CO — CH³ = H²O +              CH   C — CH³.
        \                                  \\ //
         CH²                                 C
         |                                   |
         CH³                                 CH³
```

» Pour caractériser ce dernier, nous avons préparé son dérivé trinitré qui, après plusieurs cristallisations dans l'alcool, fond à 184° (le trinitropseudocumène fond à 185°). Le rendement en pseudocumène est mauvais, ce qui est dû à l'action décomposante du chlorure de zinc sur les carbures aromatiques naissants.

» *Condensation de l'α-isopropyl-β-isobutylacroléine avec la diméthylcétone.* — Nous avons obtenu cette aldéhyde incomplète, homologue supérieur de la précédente, par condensation de l'isovaléraldéhyde dans les mêmes con-

ditions que celles qui servent à la préparation de la méthyléthylacroléine

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-COH+\underset{\underset{CH^3\ \ CH^3}{\diagup\diagdown}}{\underset{|}{\overset{}{CH^2}}\!\!\!\!\underset{CH}{}}-CHO=H^2O+\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH=\underset{\underset{CH^3\ \ CH^3}{\overset{CH}{\diagup\diagdown}}}{\overset{}{C}}-COH.$$

» Le diméthyl 2.6-heptène-3-méthylal-3, séparé des autres produits de condensation par rectification dans le vide, bout à 73° sous 6^{mm}. Il constitue un liquide incolore à odeur à la fois valérique et éthérée. Nous avons des raisons de croire que le corps que nous avons obtenu dans ces conditions diffère de tous ceux qui ont été obtenus jusqu'à présent par condensation de l'aldéhyde isovalérique. Nous nous sommes assurés de sa fonction en préparant son oxime et le nitrile correspondant.

» L'oxime est un liquide huileux, incolore, bouillant à 115° sous 8^{mm}, $d_0 = 0,9147$. L'analyse a fourni les chiffres suivants :

	Trouvé.		Calculé pour $C^{10}H^{19}AzO$.
C	71,65	C	71,01
H	11,39	H	11,24
Az	8,74	Az	8,28

» Cette oxime, déshydratée par l'anhydride acétique, fournit un nitrile $C^{10}H^{17}Az$, constituant un liquide incolore très mobile, à odeur pénétrante, bouillant à 88°-89° sous 8^{mm}.

$$d_0 = 0,8637.$$

	Trouvé.		Calculé pour $C^{10}H^{17}Az$.
C	79,64	C	79,47
H	11,77	H	11,26
Az	8,98	Az	9,27

» Cette aldéhyde a été condensée avec l'acétone en suivant la méthode employée à propos de la méthyléthylacroléine. Nous avons obtenu un liquide légèrement huileux, d'une odeur aromatique agréable, bouillant à 123°-125° sous 6^{mm}. Sa constitution

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH=\underset{\underset{CH^3\ \ CH^3}{\overset{CH}{\diagup\diagdown}}}{C}-CH=CH-CO-CH^3$$

en fait la méthyl-8-isopropyl-5-nonadiène-3.5-one-2; sa composition a été établie par l'analyse.

	Trouvé.		Calculé pour $C^{13}H^{22}O$.
C............	79,60	C............	80,43
H............	11,25	H............	11,34

» Ce produit, traité par le chlorure de zinc, perd une molécule d'eau en donnant naissance à un carbure aromatique, le métaisopropylcymène (2.4-diisopropyltoluène)

```
                    CH                                        CH
                  /    \\                                   /    \\
CH³\             /       \                  CH³\          /       \
    >CH — C        CH                           >CH — C        CH
CH³/      ||       |                        CH²/      ||       |
          CH       CO — CH³ = H²O +                   CH       C — CH³
            \                                           \     /
             CH²                                           C
             |                                             |
             CH                                            CH
            /  \                                          /  \
         CH³    CH³                                    CH³    CH³
```

liquide dont l'odeur rappelle beaucoup celle du cymène et qui bout aux environs de 220°.

$$d_0 = 0,880.$$

	Trouvé.		Calculé pour $C^{13}H^{20}$.
C............	88,17	C............	88,64
H............	11,90	H............	11,37

» Cet hydrocarbure prend naissance avec un rendement bien meilleur que ne le fait le pseudocumène dans la réaction précédente; il se forme cependant en même temps que lui, et par suite de décomposition partielle du cymène, dont il est difficile de le purifier complètement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons doubles des nitriles appartenant à la série grasse et à la série aromatique avec le chlorure d'aluminium.* Note de M. G. **Perrier**, présentée par M. Friedel.

« Les nitriles, comme beaucoup d'autres corps déjà signalés dans des Communications précédentes, possèdent la propriété de se combiner au chlorure d'aluminium anhydre; mais, tandis que jusqu'à présent les corps étudiés ne m'avaient donné qu'une seule combinaison, j'ai pu en isoler

trois différentes avec chacun des nitriles étudiés, leur composition dépendant du mode opératoire employé.

» MÉTHANE-NITRILE (ACIDE CYANHYDRIQUE). — 1° *Sans dissolvant.* — Lorsqu'on projette dans de l'acide cyanhydrique anhydre, maintenu à 0°, du chlorure d'aluminium bien pulvérisé, ce dernier se dissout en grande quantité avec dégagement de chaleur et il se forme bientôt une masse pâteuse blanche. Si l'on essore cette substance dans l'air sec entre deux plaques de porcelaine poreuse, on obtient une poudre blanche formée de petits cristaux microscopiques. L'essorage doit être aussi complet que possible et effectué rapidement, car en présence d'acide cyanhydrique en excès, la combinaison se détruit brusquement avec dégagement de chaleur et polymérisation de l'acide. Les cristaux obtenus, très altérables à l'air humide, sont insolubles dans le sulfure de carbone et la ligroïne. Projetés dans l'eau, ils se décomposent vivement en régénérant l'acide cyanhydrique. L'analyse leur assigne la formule $Al^2Cl^6, 4HCAz$.

» 2° *En présence de sulfure de carbone.* — Si le nitrile est dilué dans du sulfure de carbone maintenu à 14-15°, le chlorure d'aluminium se transforme en une poudre blanche. Cette poudre blanche, privée du sulfure de carbone au sein duquel elle a pris naissance, est cristalline et très altérable à l'air humide. Projetée dans l'eau, elle se dissout avec dégagement de chaleur; l'acide cyanhydrique et le chlorure d'aluminium plus ou moins dissocié sont régénérés. L'analyse de ce composé conduit à la formule $Al^2Cl^6, 2HCAz$.

» ÉTHANE-NITRILE (ACÉTONITRILE). — 1° *Sans dissolvant.* — Le chlorure d'aluminium anhydre se dissout en assez grande quantité dans l'acétonitrile. Il se produit une réaction accompagnée d'un dégagement de chaleur et le nitrile entre en ébullition; lorsque le chlorure ne semble plus se dissoudre, on abandonne la liqueur au repos et la combinaison formée se dépose en cristaux plus ou moins volumineux. Ceux-ci, essorés entre deux plaques de porcelaine poreuse, sont incolores lorsqu'ils viennent d'être préparés, mais, abandonnés dans l'air sec, ils perdent du nitrile et deviennent opaques et blancs. Ils fondent vers 50°-55° et le liquide résultant se décompose vers 60°. Le sulfure de carbone, le tétrachlorure et la ligroïne ne les dissolvent pas. L'air humide les altère et l'eau les décompose vivement en régénérant l'éthane-nitrile. L'analyse leur assigne la formule $Al^2Cl^6, 4CH^3-CAz$.

» 2° *En présence du sulfure de carbone.* — Si l'on répète la même expérience en présence du sulfure de carbone, on obtient, après deux heures environ d'ébullition à reflux et refroidissement de la liqueur, une poudre blanche cristalline très peu soluble dans le sulfure de carbone, le tétrachlorure et la ligroïne. Cette poudre blanche, qui répond à la formule $Al^2Cl^6, 2CH^3-CAz$, fond à 104°-105°, et le liquide résultant se décompose vers 110°. Très altérable à l'air humide, elle est décomposée violemment par l'eau avec régénération d'acétonitrile.

» 3° *Action de la chaleur sur les composés précédents.* — Lorsqu'on chauffe dans une petite cornue l'une ou l'autre des deux combinaisons précédentes, elles se décomposent en perdant du nitrile que l'on peut recueillir et caractériser. L'action de la chaleur se poursuivant au delà de 360°, il passe à la distillation, avec une légère décomposition, un liquide limpide se prenant immédiatement en une masse grise cristalline. Dans la cornue reste un mélange de charbon et d'alumine. Le produit cristallisé obtenu, altérable à l'air humide, insoluble dans le sulfure de carbone et la ligroïne,

fond à 145°-149°. L'eau le décompose avec mise en liberté d'éthane-nitrile et l'analyse lui assigne la formule Al^2Cl^6, CH^3-CAz.

» Ce composé, déjà signalé par M. Genvresse [1], n'avait pas été obtenu cristallisé par ce chimiste.

» Propane-nitrile (nitrile propionique). — Le propane-nitrile seul, traité par le chlorure d'aluminium dans les mêmes conditions que l'éthane-nitrile, donne une combinaison double, de la formule $Al^2Cl^6, 4C^2H^5-CAz$. Cette combinaison cristallisée en tables hexagonales, insolubles dans le sulfure de carbone et altérables à l'air humide, fond à 58°-60° en un liquide se décomposant vers 80°. Projetée dans l'eau, elle régénère le propane-nitrile.

» En présence du sulfure de carbone, le composé qui se forme a pour formule $Al^2Cl^6, 2C^2H^5CAz$. Il se dépose, tantôt sous la forme d'une poudre blanche cristalline, tantôt en fines aiguilles très altérables à l'air humide, insolubles dans le tétrachlorure de carbone, décomposables par l'eau avec régénération du propane-nitrile et fondant à 70°-80°.

» Les deux combinaisons précédentes, chauffées dans une cornue bien sèche, se décomposent, perdent du propane-nitrile, puis laissent distiller, avec une légère décomposition, au-dessus de 360°, un liquide sirupeux se prenant dans le col de la cornue en une masse cristalline grise. Ce produit, altérable à l'air humide, insoluble dans le sulfure de carbone et décomposable par l'eau avec régénération de propane-nitrile, répond à la formule Al^2Cl^6, C^2H^5-CAz et fond à 95°.

» Benzène-méthyl-nitrile (cyanobenzène, benzonitrile). — Le benzonitrile seul donne, comme les nitriles précédents, avec le chlorure d'aluminium un composé bien cristallisé, $Al^2Cl^6, 4C^6H^5-CAz$, altérable à l'air humide et fondant à 75°. Il est insoluble dans le sulfure de carbone et régénère le benzonitrile lorsqu'on le traite par l'eau.

» En présence de sulfure de carbone le produit obtenu répond à la formule $Al^2Cl^6, 2C^6H^5-CAz$. Il se présente sous la forme d'une poudre blanche cristalline, ou de longues aiguilles incolores devenant opaques dans l'air sec. Ces aiguilles, très altérables à l'air humide, légèrement solubles dans le sulfure de carbone et décomposables par l'eau, fondent à 85°.

» Soumis à la distillation, les deux composés précédents, après avoir perdu du benzonitrile, fournissent, au-dessus de 360°, un liquide brunâtre se solidifiant par refroidissement en une masse à texture cristalline, insoluble dans le sulfure de carbone, altérable à l'air humide, décomposable

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIX, p. 341.

par l'eau et fondant à 103°-105°. Ce corps répond à la formule

$$Al^2Cl^6, C^6H^5-CAz.$$

» Cyanogène. — Lorsqu'on fait passer à froid un courant de cyanogène sec sur du chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé, ce dernier blanchit à la surface. Si l'on élève légèrement la température, tout le chlorure brunit fortement et se liquéfie; il y a combinaison avec un dégagement de chaleur assez considérable. Par refroidissement le produit se solidifie en une masse noire résineuse, qui ne m'a pas paru présenter des garanties de pureté suffisantes pour être soumise à l'analyse. Traitée par l'eau, cette matière se décompose avec violence et formation d'une poudre brune (probablement du paracyanogène).

» La même expérience effectuée en présence de sulfure de carbone porté à 15° ou 20° donne une poudre blanche insoluble, de sorte que la réaction est très incomplète. Décomposée par l'eau, cette poudre laisse percevoir une odeur de cyanogène.

» Ces deux expériences ne sont pas aussi nettes que les précédentes; elles démontrent cependant que le cyanogène donne avec le chlorure d'aluminium des combinaisons probablement analogues à celles que fournissent les autres nitriles.

» Il est permis de supposer que ces combinaisons prennent naissance, comme produits intermédiaires dans la méthode de préparation des nitriles indiquée par M. Desgrez par fixation directe du cyanogène sur les hydrocarbures aromatiques.

» Chlorure de cyanogène liquide. — Le chlorure de cyanogène liquide maintenu à 0° dissout abondamment le chlorure d'aluminium et donne une liqueur sirupeuse cristallisant difficilement. Elle représente une dissolution de la combinaison de chlorure de cyanogène avec le chlorure d'aluminium à l'état de sursaturation; si on l'abandonne en effet à elle-même en la refroidissant convenablement, elle se prend subitement en cristaux incolores, mais la chaleur produite décompose presque immédiatement la masse tout entière avec explosion et formation de chlorure de cyanogène solide, qui se sublime sur les parois du col du ballon renfermant la liqueur primitive (1). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de l'air sur le moût de raisin.* Note de M. V. **Martinand**, présentée par M. Aimé Girard.

« On sait, d'après les travaux de M. Pasteur, que les réactions qui accompagnent le vieillissement du vin, insolubilisation partielle de la matière colorante et développement du bouquet, sont dues à l'action de l'oxygène

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

de l'air. Ces réactions portent à la fois sur les éléments du moût laissés intacts par la fermentation, sur ceux qu'elle a modifiés profondément, et sur ceux nés de cette modification, tels que l'alcool, les éthers, certains acides, etc. Il m'a paru intéressant de suivre l'action de l'air seulement sur les éléments constitutifs du moût, tel qu'on l'obtient en pressurant énergiquement les raisins, et à l'abri de toute fermentation.

» Dans ce but, du moût de raisin noir plus ou moins coloré par la matière rouge, soluble dans l'eau qui l'accompagne, est additionné d'un antiseptique pour arrêter la fermentation, ou seulement refroidi à une température assez basse pour qu'elle ne se produise pas. La température de réfrigération à atteindre varie avec la nature des raisins : le moût provenant des variétés du Midi peut être refroidi autour de 15° C., tandis que celui provenant du Pinot et du Gamay, qui donne, comme je l'ai montré [1], du vin riche en azote et en acide phosphorique, substances qui favorisent la fermentation à basse température, doit être refroidi autour de 10° C. On fait ensuite barboter de l'air dans le moût, ou on l'expose à l'air en couches minces. Au bout d'un temps variant entre quelques minutes et plusieurs heures, la matière colorante s'oxyde et devient totalement insoluble. Le liquide surnageant est incolore ou très faiblement coloré. La réaction est plus rapide encore par l'agitation du liquide. La lumière solaire l'active très peu. L'acide tartrique a une action retardatrice plus grande qu'une quantité correspondante d'acide malique. Les alcalis, au contraire, accélèrent cette oxydation. Le dépôt de matière colorante varie avec la nature du raisin; d'abord rouge, il passe plus ou moins vite au rouge brique et au jaune plus ou moins brun.

» De toutes les variétés de raisins essayées, le Pinot, le Gamay, la Petite Syrha sont celles dont le moût s'oxyde le plus rapidement; au bout de dix minutes, la matière colorante se précipite. La Mondeuse, le Montmeillan, la Carrignane, le Pelossard, l'Aramon, l'Othello, l'Isabelle, et quelques variétés de l'Isère : le Martelet, la Bêtarde longue, le Grand Noir se décolorent moins rapidement; ce n'est parfois qu'au bout de vingt-quatre heures que la décoloration est complète. Quant aux raisins comme le Petit Bouschet, le Gamay teinturier, l'Alicante Bouschet, dont la chair laisse écouler un liquide coloré, ils ne sont jamais complètement décolorés par l'oxydation, quoiqu'une partie de leur matière colorante se précipite assez rapidement.

» L'oxydation se continue sur les autres éléments du moût, une fois la totalité de la matière colorante précipitée : le liquide incolore ou faiblement coloré en jaune acquiert une coloration jaune, très intense avec le Pinot, le Gamay, le Montmeillan, et beaucoup plus faible avec les autres variétés.

» L'action de l'air se continuant sur le moût, celui-ci prend un bouquet particulier intermédiaire entre celui de Rancio et celui qui caractérise les vins de Madère. Ce bouquet est plus marqué sur le Pinot et le Gamay que sur tous les autres cépages. Quelques variétés ne donnent qu'une odeur rappelant celle d'une décoction de tannin. Ce bouquet n'est pas stable, une oxydation plus prolongée en diminue l'intensité et le modifie : ainsi le bouquet qu'acquiert le moût de Pinot se modifie au bout de quelques

---

[1] *Étude sur la fermentation alcoolique du vin*, Baudry et Cie, 1893.

jours, et l'on perçoit très nettement une odeur de vanille; puis ces parfums diminuent rapidement d'une façon très notable.

» Les moûts des raisins du type du Petit-Bouschet qui ne se décolorent qu'imparfaitement, donnent, par une oxydation prolongée, des bouquets particuliers : l'Alicante Bouschet et le Gamay teinturier prennent un parfum marqué de Rancio.

» Je n'ai pas recherché si l'oxydation de la matière colorante se fait simplement par l'action directe de l'oxygène sur les divers éléments du moût, ou par une diastase qui agirait comme celle signalée par M. Lindet dans le moût de pommes. Si l'on assimile les phénomènes que j'ai décrits, comme il semble qu'il y a lieu de le faire, à ceux du vieillissement du vin, on doit écarter l'idée d'une diastase intermédiaire, car on sait que les vins chauffés à 60 degrés de température conservent cette faculté de s'oxyder à l'air, et qu'à cette température cette diastase peut être détruite.

D'autre part, les observations que j'ai faites me portent à ne pas rejeter *a priori* toute hypothèse en faveur de la présence d'une diastase dans ces réactions. Des expériences ultérieures me permettront d'élucider cette question.

» De ces observations on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° De tous les éléments du moût, le plus oxydable est la matière colorante rouge soluble;

» 2° Dans les raisins du type du Petit-Bouschet, il existe une matière colorante, oxydable par l'air, et une qui l'est moins ou pas du tout, et qui n'empêche pas l'action de l'air de se poursuivre sur les autres éléments du moût;

» 3° Le bouquet du vin est non seulement dû aux bouquets qui existent tout formés dans le raisin, à ceux développés pendant la fermentation, mais aussi, pour quelques variétés, à l'oxydation des éléments contenus dans le moût;

» 4° La coloration des vins blancs et leur goût de madère sont dus à une oxydation du moût et ne proviennent pas de la fermentation;

» 5° Il est possible de préparer des vins blancs avec des raisins noirs en extrayant la totalité du liquide qu'ils peuvent donner, et soumettant celui-ci aux opérations suivantes avant de le faire fermenter : refroidissement pour arrêter la fermentation, aération pour précipiter la matière colorante, et enfin filtration du liquide pour empêcher une recoloration pendant la fermentation. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la conservation des blés.* Note de M. BALLAND.

« Dans son Ouvrage sur la conservation des grains, Duhamel du Monceau cite une expérience faite sur 94 pieds cubes de froment (environ $3^{m3},200$) de la récolte de 1743, qui a été conservé par lui pendant plus de six ans, avec la seule précaution de l'éventer de temps à autre. Il ajoute :

» Nous fîmes moudre de ce grain pour en faire du pain et de la pâtisserie, qui se trouvèrent très bons; mais, pour être plus certain de la qualité de ce grain, nous le fîmes vendre au marché, ayant eu la précaution de recommander à celui qui était chargé de cette vente de ne le vendre que par petites parties aux boulangers de la ville, sans leur dire de quelle façon ce froment avait été conservé, pour éviter l'effet des préjugés. Ce grain fut vendu le plus cher du marché. Les boulangers qui en avaient acheté la première fois continuèrent à s'en fournir et, quand cette petite provision fut finie, ils avouèrent que ce froment produisait une très belle fleur, qu'il buvait beaucoup d'eau lorsqu'on le pétrissait et qu'il fournissait plus de pain que les autres grains du marché (1).

» Parmentier rapporte, d'autre part, qu'en 1774, on fit goûter au roi et à la famille royale du pain fabriqué avec du blé de 221 ans, qui se trouvait dans la citadelle de Metz depuis 1523 (2).

» Ces exemples, que l'on pourrait multiplier, montrent que le blé se conserve longtemps avec ses qualités. Il ne paraît pas éprouver de modifications sensibles dans sa composition chimique; c'est du moins ce qui résulte d'expériences suivies sur des blés conservés depuis une dizaine d'années. Leur acidité, en particulier, comme on le voit par les exemples suivants, diffère peu de celui des blés nouveaux :

	Acidité pour 100.
Blé dur d'Algérie, récolte de 1885......	gr 0,038
» récolte de 1894......	0,033

(1) *Traité de la conservation des grains et, en particulier, du froment,* par DUHAMEL DU MONCEAU, inspecteur de la Marine dans tous les ports et havres de France, p. 55-60; Paris, 1753.

(2) PARMENTIER, *Mémoire sur les avantages que le royaume peut retirer de ses grains,* p. 106; Paris, 1789.

	Acidité pour 100.
Blé dur des Indes, récolte de 1886	gr 0,045
» récolte de 1894	0,038
Blé dur de Tunisie, récolte de 1889	0,038
» récolte de 1894	0,032
Blé roux d'Amérique, récolte de 1889 ...	0,055
» récolte de 1894 ...	0,044
Blé d'Armentières, récolte de 1890	0,049
» récolte de 1894	0,032
Blé d'Australie, récolte de 1887	0,049
» récolte de 1894	0,027
Blé de Bergues, récolte de 1887	0,049
» récolte de 1894	0,032
Blé de Bulgarie, récolte de 1887	0,050
» récolte de 1894	0,044
Blé de Champagne, récolte de 1889	0,055
» récolte de 1894	0,022
Blé de Soissons, récolte de 1890	0,049
» récolte de 1894	0,021
Blé de Vernon, récolte de 1890	0,055
» récolte de 1894	0,030
Tuzelle d'Oran, récolte de 1889	0,055
» récolte de 1894	0,027

» La faible acidité que l'on trouve dans les vieux blés, surtout dans les blés durs qui contiennent moins d'eau, présente un saisissant contraste avec l'acidité que l'on observe dans les anciennes farines. Dans les farines de mouture récente, l'acidité, en effet, prend de suite une marche ascendante, et la composition chimique se modifie plus ou moins rapidement suivant le taux de blutage (¹) : une bonne conservation, dans les conditions ordinaires, reste limitée à quelques mois. Rien de semblable pour des blés bien récoltés.

» L'industrie offrant aujourd'hui, à des prix relativement peu élevés, des

---

(¹) Au cours de ces transformations, la farine blanchit sensiblement, mais il peut arriver aussi, lorsqu'elle est très hydratée, qu'elle noircisse. Les farines sont alors alcalines et absolument impropres à l'alimentation. Ces colorations du milieu alcalin que l'on pourrait peut-être rapprocher de celles que M. Léon Boutroux a obtenues dans certains cas avec des extraits de son filtrés (*Comptes rendus* du 29 avril 1895), diffèrent des teintes grises qui se produisent en milieu acide dans les macérations de sons et auxquelles il m'a paru que l'on pouvait rattacher la nuance du pain bis.

moulins métalliques très portatifs, peu encombrants, faciles à diriger et pouvant être actionnés à bras d'hommes ou par des chevaux, il semble qu'en utilisant ces moulins dans les places de guerre, les camps retranchés et même dans les postes avancés de nos colonies ([1]), on pourrait augmenter considérablement les approvisionnements de blés destinés aux armées de terre et de mer et diminuer d'autant les réserves en farines, ce qui permettrait d'en effectuer le renouvellement dans de meilleures conditions. »

ZOOLOGIE. — *Sur le dimorphisme sexuel des Nautiles*. Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nos connaissances sur les différences sexuelles extérieures des Céphalopodes offrent encore bien des lacunes.

» Ayant eu l'avantage, en 1887, d'examiner quelques *Nautilus macromphalus* Sow., et cette année un certain nombre de *N. Pompilius*, L., j'ai pensé qu'il serait intéressant de mettre en relief le dimorphisme sexuel extérieur constaté chez ces Mollusques.

» Lorsque l'on examine un certain nombre de coquilles de Nautiles, en ayant soin de tourner l'orifice en face de soi et le bord externe de celui-ci en haut, on constate que la forme de l'orifice de la coquille est assez variable. Tantôt l'ouverture est ovoïdo-conique, tantôt elle est elliptique, quelle que soit l'une des deux espèces que l'on considère.

» Si l'on observe ensuite, comme j'ai pu le faire, quel est le sexe de l'animal, on remarque que tous les individus à orifice de la coquille large et plus ou moins arrondi sont mâles, et que ceux qui occupent les coquilles à ouverture ovoïdo-conique, c'est-à-dire comprimée latéralement, sont des femelles.

» Entre ces deux formes d'ouverture, il existe bien quelques formes intermédiaires, mais elles se rapprochent généralement de celle qui est arrondie et se rapportent à des individus mâles jeunes, ou tout au moins dont l'organe copulateur n'est pas très développé. Ces différences, dans la forme de l'ouverture, tiennent au plus ou moins de grosseur du spadice qui, placé sur le côté droit du bulbe buccal, arrive à être aussi volumineux que lui et a besoin d'une place assez considérable pour pouvoir se loger

---

([1]) On voit de ces moulins aux expositions de meunerie, qui occupent une surface d'un mètre carré, ne pèsent que 150^{kg} et produisent à l'heure 50^{kg} de farine panifiable.

même en rejetant le bulbe un peu sur la gauche. La présence de ces deux organes, placés côte à côte, donne ainsi à cette portion du corps une largeur presque aussi grande que celle de la région située au niveau des yeux.

» Chez la femelle rien de semblable ne se produit, tous les sommets des tentacules peuvent converger vers le même point sans aucune gêne, ce qui donne à l'ensemble une forme allongée conique.

» Le dernier tour de la coquille des Nautiles se trouve être, par conséquent, plus renflé chez les mâles, tandis que chez les femelles il est plus surbaissé et a une légère tendance à être caréné; ajoutons aussi que le bord marginal de la coquille est un peu plus ondulé chez les femelles que chez les mâles.

» L'aspect du capuchon varie également suivant le sexe; il faut toutefois faire abstraction des effets produits sur les tissus par les liquides conservateurs et surtout par l'état d'extension dans lequel se trouvait l'animal au moment où il a été plongé dans ces liquides. Si l'animal s'est fortement rétracté lorsqu'on l'a mis dans l'alcool, son capuchon, au lieu d'avoir une forme régulière, s'est plus ou moins contourné sur lui-même, et il est alors assez difficile de se rendre compte des différences sexuelles que cette partie du corps est susceptible de présenter.

» Chez le mâle le capuchon est plus large et à longueur égale, comme le dit fort justement Van der Hœven, il a près de 2^{cm} de plus de largeur que celui des femelles; il s'ensuit de cette disposition que les bords latéraux de celui-ci cachent presque totalement les yeux et les tentacules chez les mâles, tandis que chez les femelles, le capuchon étant moins étendu transversalement, les yeux sont bien à découvert ainsi que la ou parfois les deux premières paires de tentacules. Ajoutons aussi que chez ces dernières les bords du capuchon sont plus sinueux et plus rentrants au niveau des yeux.

» Quant au manteau qui serait, d'après Van der Hœven, plus court chez le mâle et qui laisserait presque à découvert les yeux, tandis que chez la femelle il remonterait plus haut, il ne m'a pas présenté ces différences chez les individus que j'ai observés. Si le manteau chez quelques-uns d'entre eux enveloppait moins la région pédieuse, cela m'a paru tenir exclusivement au mauvais état de la masse viscérale qui, pesant sur le fond du sac, retirait l'ensemble du revêtement palléal.

» Dans la présente Note je laisse de côté les caractères sexuels basés sur le nombre, la structure et la position des tentacules, ayant l'intention

de m'en occuper prochainement, et aussi ne voulant aujourd'hui qu'insister sur les caractères que l'on peut constater chez un individu sans avoir presque besoin de le retirer de sa coquille.

» Ces variations dans la forme du dernier tour de la coquille des *Nautilus macromphalus* et *pompilius* nous amènent naturellement à nous demander si ces indications ne pourraient pas être utilisées en Paléontologie.

» D'Orbigny, en poursuivant ses recherches sur les Ammonites, avait émis l'idée, en 1841, que les variations de grosseur de la coquille de ces Céphalopodes, observées chez la même espèce, parmi des individus ayant le même diamètre, pourraient être dues à des différences de sexe; pour lui c'étaient les femelles qui devaient posséder la coquille la plus renflée.

» Cette opinion a été adoptée par plusieurs naturalistes, parmi lesquels je citerai surtout P. Reynès. M. Douvillé paraît également se ranger à cette opinion.

» Le savant professeur de la Sorbonne, M. Munier-Chalmas, tout en admettant le dimorphisme sexuel des Ammonites, dont il fait des Céphalopodes dibranchiaux voisins des Spirules, n'adopte pas complètement la manière de voir de d'Orbigny. Aux différences de grosseur il ajoute la présence d'apophyses jugales chez les mâles, apophyses qui manqueraient chez les femelles. Dans une Note importante sur *la possibilité d'admettre un dimorphisme sexuel chez les Ammonites*, parue en décembre 1892 dans les *Comptes rendus des séances de la Société géologique de France*, il fait ressortir que des groupes d'Ammonites peuvent être considérés comme les mâles d'autres groupes qui seraient les femelles (ainsi les *Œcotraustes* seraient les mâles des *Oppelia*, les *Normannites* des *Cadomites*, ...).

» Sans suivre ce géologue dans l'étude des variations qu'il signale chez un grand nombre de types d'Ammonitidés, je ferai remarquer que, d'après mes observations sur les dix Nautiles conservés dans l'alcool et aussi d'après celles faites sur un très grand nombre de coquilles appartenant aux deux espèces les plus répandues, *N. pompilius* et *macromphalus*, les différences que l'on constate dans les dimensions de leur coquille, tout en étant bien appréciables, ne sont jamais bien considérables, et que ce serait, comme je l'ai déjà dit, la coquille des individus mâles qui, à diamètre égal, offrirait la grosseur la plus forte, contrairement à ce qui se présenterait, d'après les géologues, au sujet des Ammonites.

» Il y aurait quelque intérêt à poursuivre des recherches de ce genre dans le groupe des Nautilidés fossiles, pour voir s'il n'existe pas dans les coquilles de ces Céphalopodes des variations de taille assez constantes chez

les mêmes espèces à pouvoir rapprocher de celles que je viens de décrire chez les coquilles des Nautiles vivants. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations de l'éclat apparent avec la distance et sur une loi de ces variations en fonction de l'intensité lumineuse.* Note de M. **Charles Henry**.

« Pour l'œil considéré comme un appareil dioptrique, avec une pupille fixe et dans une atmosphère transparente, l'éclat doit rester constant quand la distance augmente, car, si l'intensité lumineuse varie en raison inverse du carré de la distance, la surface de l'image rétinienne varie dans le même rapport. Cependant j'ai constaté que l'éclat diminue quand la distance augmente, même dans des atmosphères que l'on peut considérer comme sensiblement transparentes. Le sens de cette relation exclut l'hypothèse d'une influence de la pupille car, ainsi que je l'ai précisé (*Comptes rendus*, 30 juillet 1894), la pupille se dilate quand l'image rétinienne diminue; il devrait donc y avoir, si la pupille avait une influence prépondérante, une augmentation d'éclat apparent quand la distance augmente. Il n'y a pas lieu d'invoquer davantage une influence de la grandeur de l'image rétinienne, car le phénomène persiste quand on diminue dans des rapports considérables la surface lumineuse la plus rapprochée et qu'on augmente de même la surface lumineuse la plus éloignée. Je n'ai pas eu à considérer la sensibilité moindre de la *fovea*, les images rétiniennes étant en général, dans ces expériences, supérieures à $0^{mm},4$.

» Je démontre qu'on peut faire évanouir pour un temps plus ou moins long les sensations minima ou très faibles des divers ordres en exécutant des impulsions ou des puissances plus ou moins grandes; j'aurai l'occasion de revenir sur ces nombres qui expriment une sorte d'équivalence entre les travaux de l'élément sensitif et de l'élément moteur. Quand nous accommodons pour des distances de plus en plus grandes, notre cristallin diminue de courbure; d'après les idées de von Helmholtz, ce changement serait dû à une tension croissante de la zonule. Dans cette hypothèse d'un effort musculaire croissant quand la distance de la surface lumineuse augmente, on comprend, en généralisant les résultats que je viens de rappeler, la diminution de l'éclat apparent. Malheureusement les idées de von Helmholtz présentent des difficultés assez graves et c'est sans doute dans ces réflexes généraux d'origine centrale, qui accompagnent toute per-

ception, qu'il faut chercher l'explication de cette décroissance de l'éclat apparent avec la distance. En tout cas, si l'on regarde, à travers l'ouverture d'un obturateur trop rapide pour permettre la mise en jeu de l'accommodation et la formation d'un jugement sur la distance respective des sources, deux éclats apparemment identiques, mais, en réalité, différents, le phénomène de l'identité apparente des éclats devient incertain.

» Les méthodes photométriques que j'ai fondées sur la loi de déperdition lumineuse du sulfure de zinc phosphorescent permettent de constater très facilement la diminution des éclats faibles avec la distance. Je découpe en vingt rectangles égaux, correspondant aux vingt numéros d'ordre successifs de la sensation, le lavis lumineux dégradé présenté à l'Académie (14 novembre 1892). Les intensités varient de $0^{\text{bougie}},0001$ à $0^{\text{bougie}},001$ environ pour ces rectangles. Je cherche à quelle distance, étant donnés deux rectangles consécutifs, il convient, pour obtenir l'égalité d'éclat, selon le jugement concordant de deux observateurs, d'éloigner le plus lumineux du moins lumineux parallèlement à celui-ci, placé à des distances variant de $0^{\text{m}},20$ à $0^{\text{m}},30$. Pour les éclats forts, j'ai recouru à un bec Auer de $5^{\text{carcels}},6$, placé à $0^{\text{m}},41$ de l'œil, et dont j'égalise l'éclat avec celui d'un autre bec Auer séparé du premier, dans la chambre noire, par un écran vertical : je cherche la distance à laquelle, suivant le jugement concordant de deux observateurs, il faut éloigner le premier bec Auer pour percevoir par rapport au deuxième une diminution d'éclat. Les expériences pour les éclats forts sont moins faciles que pour les éclats faibles.

» La distance moyenne dont il faut écarter chaque rectangle plus éclatant du rectangle d'éclat immédiatement inférieur afin de les ramener à l'égalité apparente est, pour les quatre rectangles les moins lumineux du lavis, d'environ $0^{\text{m}},20$; cette distance atteint en moyenne $0^{\text{m}},40$ pour les derniers rectangles, d'une intensité environ dix fois plus forte. D'autre part, j'ai constaté pour l'intensité émise par le bec Auer, c'est-à-dire pour une intensité 448 000 fois plus forte que celle du plus faible rectangle, que la distance à laquelle cette source perd une unité d'éclat est, en moyenne, un peu supérieure à 1^{m}.

» L'éclat objectif i_0 est le même que l'éclat subjectif i, quand l'objet est à une distance assez petite pour que, si on la diminue encore, l'éclat ne change pas. Les expériences qui viennent d'être relatées prouvent que, pour une source d'éclat i_0, l'éclat subjectif i diminue d'une unité quand la distance x de l'objet augmente d'une certaine quantité constante d qui

grandit avec i_0. On a

(1) $$i_0 - i = \frac{x}{d}.$$

» Mais si l'on choisit convenablement les unités, c'est-à-dire si l'on appelle 1 la distance $d = 0,20$ et si l'on pose, pour l'éclat correspondant, $i_0 = 10$, on a, d'après l'expérience,

(2) $$d = \log_{10} i_0.$$

» Reportant cette expression de d dans l'équation (1), il vient

(3) $$i = i_0 - \frac{x}{\log i_0}.$$

» On voit que pour les grands éclats i diffère peu de i_0, car il faut que x soit très grand pour que $\frac{x}{\log i_0}$ soit sensible. D'autre part, la loi (3) ne s'applique évidemment qu'entre certaines limites de distances, puisque pour $x = \infty$, i_0 étant toujours fini, i deviendrait négatif, ce qui est absurde. C'est d'ailleurs ce que prouve une expérience facile à répéter. Que l'on considère les deux lanternes d'une locomotive en marche et qui s'approche; lorsqu'elles sont encore à des distances de 2^{km} à 3^{km}, leur éclat apparent ne change point pendant un certain temps; ce n'est qu'à partir d'une certaine distance que, la locomotive se rapprochant toujours, on voit l'éclat des lanternes s'accroître. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sismiques faites à Grenoble.* Note de M. **Kilian**, présentée par M. Fouqué.

« Le dimanche 14 avril 1895, les appareils sismographiques de la Faculté des Sciences de Grenoble ont enregistré une secousse sismique dans les conditions suivantes :

» A $10^h 29^m 20^s$ du soir (méridien de Paris) l'avertisseur Kilian et Paulin [1] se mit en marche et le déclenchement du chronomètre annexé à cet appareil eut lieu simultanément. Les tracés du sismographe Angot furent aussitôt examinés; ils portaient les traces d'une forte déviation nord-

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 1er mai et 5 novembre 1893, et *Annales de l'Enseignement supérieur de Grenoble*, t. VI, n° 2.

sud, et d'une plus faible est-ouest. Le lendemain les journaux apportèrent la nouvelle d'un tremblement de terre ayant été fortement ressenti en Autriche, et plus spécialement à Laibach, *dans cette même soirée du* 14 *avril*.

» Quoique les instruments sismométriques enregistreurs de la Faculté de Grenoble soient installés dans un local clos, à l'abri de toute perturbation accidentelle et que la coïncidence des indications données par l'avertisseur, le chronomètre et le sismographe Angot, soit *impossible à réaliser intentionnellement*, il nous a paru utile, sur les conseils de M. le professeur Fouqué, de soumettre nos instruments à des épreuves prouvant que les secousses enregistrées étaient bien dues à des mouvements du sol et non à des trépidations locales, dues, par exemple, au passage, dans le voisinage, de voitures lourdement chargées.

» Pendant le mois de mars, un cylindre à macadam avait, pendant quelques heures, fonctionné dans une rue contiguë à l'édifice où se trouvent nos appareils, sans amener dans leur fonctionnement aucune perturbation.

» Grâce à la complaisance de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées de la Brosse, nous pûmes répéter cette expérience le vendredi 14 juin.

» Les sismographes Angot et Kilian-Paulin sont établis dans le sous-sol de la Faculté des Sciences, sur des *fondations spéciales* construites sous la direction de notre prédécesseur Charles Lory. Ils sont donc en contre-bas de 2^m environ par rapport à la rue des Alpes où nous avons fait fonctionner le cylindre à macadam.

» La distance entre le pilier qui porte les appareils et la chaussée est d'environ 10^m. Pour apprécier l'ébranlement causé par la marche du cylindre, nous avions placé, à différents étages de la Faculté, des vases d'eau surveillés, pendant l'expérience, par des observateurs appartenant au personnel universitaire. Le poids du cylindre à macadam (à vapeur) que nous fîmes, à *cinq reprises différentes*, fonctionner dans la rue des Alpes et dans la rue Condillac, perpendiculaire à la précédente, est de 14500^{kg}.

» Les résultats ont été les suivants :

» *Sous-sol*. — *Aucune perturbation* ni pour l'appareil Angot, ni pour l'avertisseur Kilian et Paulin.

» Trépidations *à peine sensibles* sur les parties du sol environnant le pilier.

» *Rez-de-chaussée* (laboratoire de Chimie). — Trépidations un peu plus accentuées, notamment lorsque le cylindre marchait dans une direction perpendiculaire au mur extérieur.

» *Troisième étage* (laboratoire de Géologie). — Trépidations *accentuées* (la surface de l'eau oscille vivement dans les vases).

» On voit donc que les mouvements qui ont mis les sismographes en

marche le 14 avril ont dû dépasser notablement, en intensité, les trépidations superficielles occasionnées par le va-et-vient d'un cylindre de 14500^{kg} dans la rue voisine de nos appareils.

» Ces derniers furent, du reste, affectés, le *samedi soir* 18 *mai*, d'une nouvelle secousse sismique, à $8^h 9^m$ du soir et ont enregistré, cette fois, outre une oscillation horizontale, un mouvement de *bas en haut* assez net. On sait que c'est à cette même date que se produisirent les *désastreux tremblements de terre de Florence*.

» Ce n'est pas la première fois que les sismographes de Grenoble enregistrent la trace de séismes lointains. M. Rebeur-Paschwitz a fait remarquer (*Petermann's Mittheil.*, n°s 1 et 2, 1895), en effet, que parmi les secousses que nous avons signalées se trouvent celles du tremblement de terre du Japon (22 mars 1894), de ceux de Serbie (8 avril 1893) et du Turkestan (5 novembre 1893).

» Ajoutons qu'un appareil semblable au nôtre est en construction à l'observatoire de Lyon et que, bientôt, la comparaison de ces deux stations permettra d'obtenir des résultats plus précis et plus intéressants sur la propagation des secousses. »

M. **Fouqué**, à propos de la Note de M. *Kilian*, ajoute les remarques suivantes :

« Les effets curieux constatés par M. Kilian tiennent peut-être moins à la différence d'intensité des mouvements qu'à des différences dans leur nature même; les mouvements sismiques sont ondulatoires, les ébranlements produits par un rouleau à macadam sont au contraire irréguliers et saccadés. Les effets des premiers se superposent et s'ajoutent; il n'en est pas de même des seconds. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les gaz dissous au fond du lac de Genève.* Note de MM. **André Delebecque** et **Alexandre Le Royer**, présentée par M. Schlœsing.

« Parmi les bouteilles destinées à récolter les échantillons d'eau au fond des mers ou des lacs, les unes (bouteilles de Mill, de Buchanan) ne sont pas construites pour résister à la pression; les autres (bouteilles du *Travailleur*, du *Vöringen*) ne peuvent y résister que par l'intermédiaire de

joints, de soupapes ou de robinets. La variation de pression atteignant, dans certains cas, 800 atmosphères, des fuites paraissent difficiles à éviter dans ces dernières.

» Dans ces conditions, si l'eau des profondeurs renfermait des gaz en quantité considérable, si la pression de ces gaz était du même ordre que celle de l'eau, nous n'aurions aucun moyen de nous en apercevoir; ces gaz s'échapperaient à mesure que la bouteille remonterait et que la pression diminuerait. Les observations, faites à bord du *Travailleur* et du *Vöringen* ont d'ailleurs donné des résultats contradictoires (¹).

» A la vérité, l'accumulation des gaz dans les profondeurs est invraisemblable pour bien des raisons qui ont été déjà exposées; cependant, une démonstration directe et précise nous a paru intéressante.

» A cet effet, nous avons combiné un appareil permettant de ramener l'eau des profondeurs dans des conditions d'isolement absolu. Cet appareil, très habilement construit par la Société genevoise de construction d'instruments de Physique, et essayé dans le laboratoire de Physique du Collège de Genève, consiste en une cuve en fer surmontée d'un cadre vertical en laiton. Dans ce cadre se trouve un anneau renfermant une éprouvette en verre de 200^{cc} de capacité et pouvant, à l'aide d'un levier, basculer en décrivant un angle de 180°. L'appareil, attaché à une corde, est descendu à la profondeur voulue, l'éprouvette pleine de mercure avec l'ouverture tournée vers le haut; on fait glisser le long de la corde un messager de Rung qui vient frapper le levier et déterminer le renversement de l'anneau et de l'éprouvette. Celle-ci se vide des deux tiers environ; l'eau s'introduit à la place du mercure qui, tombant dans la cuve en fer, vient boucher l'ouverture de l'éprouvette à présent tournée vers le bas. Un ressort maintient l'éprouvette dans cette dernière position, et l'eau recueillie se trouve ainsi emprisonnée sur une véritable cuve à mercure. La pression de cette eau décroît à mesure que l'appareil remonte et atteint finalement la pression atmosphérique, diminuée de la petite colonne de mercure (environ 10^{cm}) restant dans le bas de l'éprouvette. Mais les gaz qui pourraient provenir de la décomposition s'accumulent nécessairement dans le haut de l'éprouvette.

» Nous nous sommes servis de cet appareil le 13 juin dernier, sur le lac de Genève, en face d'Ouchy. Nous l'avons descendu d'abord à la profondeur de 250^{m}, puis à celle de 290^{m} (la profondeur la plus grande du lac étant de 310^{m}). Nous avons ainsi recueilli de l'eau dont la pression *in situ* était environ de 24 et de 28 atmosphères, et dans cette double expérience nous n'avons constaté aucune trace de gaz au sommet de l'éprouvette, lorsque l'appareil est revenu à la surface. L'eau prise à 290^{m}, dont le vo-

---

(¹) J. Thoulet, *Océanographie statique*, p. 200 et 204.

lume était de 120^{cc} environ, a été conservée sur la cuve à mercure. Exposée d'abord au soleil, puis maintenue pendant une journée à une température d'environ 20°, elle a dégagé peu à peu des bulles de gaz dont le volume final, qui n'atteignait pas 1^{cc}, correspondait sensiblement à la différence de solubilité de l'air à 20° et à 5°, température des profondeurs du lac.

» De cette expérience, qui sera répétée sur d'autres lacs, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

» 1° La quantité de gaz dissous dans l'eau du lac de Genève (et, par une généralisation qui semble permise dans celle des autres lacs) est indépendante de la pression de cette eau; elle tend à être légèrement plus grande dans les profondeurs qu'à la surface, à cause de l'abaissement de la température;

» 2° L'analyse d'une eau rapportée des profondeurs par les bouteilles généralement employées donne bien, pour le lac de Genève tout au moins, la quantité de gaz qui y est réellement dissoute, à la condition toutefois que cette eau ait conservé à peu près sa température. Si le passage de la bouteille à travers les couches supérieures chaudes devait durer un certain temps, il serait utile de l'entourer d'une enveloppe protectrice destinée à maintenir la température constante.

» Dans une Communication ultérieure, nous donnerons la composition des gaz extraits de l'eau de différents lacs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Des effets des révolutions synodique et anomalistique de la Lune sur la distribution des pressions dans la saison d'hiver.* Note de M. A. **Poincaré**, présentée par M. Mascart.

« Dans mes Communications antérieures, j'ai fait remarquer que les effets des révolutions, diurne, synodique et anomalistique de la Lune devaient surtout être recherchés dans la distribution des pressions entre les méridiens de la zone de 10° à 30° de latitude.

» J'ai repris dans ce sens l'étude de l'année météorologique 1883, où l'amplitude de l'oscillation de la Lune en déclinaison est telle qu'il y a à peu près compensation entre les variations barométriques à 10° et à 30° dues à cette oscillation. Pour les éliminer, il a suffi d'établir la cote moyenne barométrique à midi 13 minutes de Paris de chaque secteur de 10° de longitude, en tenant compte de la longueur des parallèles.

» Je suis en mesure de faire connaître les résultats d'une première discussion de mes moyennes et de mes diagrammes pour l'hiver de 1883.

» Je limite cet hiver aux trois mois lunaires synodiques du 10 décembre 1882 au 8 janvier 1883, du 9 janvier au 6 février et du 7 février au 8 mars 1883.

» La courbe des moyennes mensuelles des 36 secteurs peut être considérée comme dépouillée des actions lunaires. Elle reproduit, avec les effets de la distribution des mers et des continents, les ondes, diurne et semi-diurne que le Soleil provoque en tous les points de la zone. Sauf distinctions de détail, c'est, en même temps que la courbe barométrique normale du pourtour de la zone à l'heure des observations simultanées, celle de chaque jour du mois en chaque point de la zone.

» Voici les minima et les maxima de la courbe du deuxième mois :

Secteurs comptés du méridien de Greenwich..	3 et 4	6	8	12	16 à 19	23	25	31 et 32
Longitudes médianes....	midi 20^m et 1^h	3^h40^m	5^h	7^h40^m	10^h20^m à min. 20^m	3^h	4^h20^m	8^h40^m et 9^h
Cotes barométriques en millimètres...........	760,7	762,5	759,7	764,8	759,4	764,0	762,2	765,8

» La moyenne générale de ce mois de pleine saison est de $762^{mm},35$, inférieure de $0^{mm},15$ à la cote du secteur 1, comme le serait, en un point quelconque de la zone, la moyenne du jour moyen à la cote de midi 13 minutes du lieu.

» Aux deux autres mois, les cotes des secteurs 1 et 36, et les situations des minima et des maxima restent sensiblement les mêmes. La courbe du mois du solstice est relevée de 1^{mm} à 2^{mm} entre les secteurs 1 et 20, et abaissée entre les secteurs 30 et 36. Celle du troisième mois est, dans son ensemble, un peu plus basse que celle du deuxième.

» S'il n'y avait pas de cause perturbatrice, on aurait retrouvé à chaque midi 13 minutes de Paris la même courbe, lentement modifiée par le mouvement du Soleil en déclinaison.

» Mais il y a de très notables différences d'un jour à l'autre.

» Ainsi, au 8 janvier, veille de la NL (nouvelle lune), on trouve les cotes suivantes :

Secteurs...............	3	4	6	8	12	16	19	21	25	28	31	35
Cotes barométriques en millimètres...........	764,3	763,3	764,3	761,1	766,8	757,2	762,3	762,0	765,3	760,7	764,3	758,2

» D'une façon générale, il y a en hiver :

» La veille ou le jour de la NL, suivant l'heure de la syzygie, grande

baisse sur les secteurs 34 à 3; deux affaissements caractérisés entre les secteurs 25 et 36;

» Au PQ, affaissements aux secteurs 2, 17 et 27;

» A PL, la courbe se rapproche de la normale, sauf vers le secteur 18, méridien de la Lune, où il y a affaissement, paraissant d'autant plus grand que, par sa déclinaison, la Lune se rapproche davantage de l'antipode du Soleil.

» Au DQ, affaissement vers les profils 4, 8, 14 et 24.

Envisageons maintenant les variations sur les divers secteurs suivant l'âge de la Lune, en commençant par le secteur moyen, c'est-à-dire par les moyennes quotidiennes de la zone.

» La courbe du deuxième mois s'écarte peu de l'horizontale. Il y a : au périgée, faible oscillation; au PQ, petit abaissement; à PL, relèvement qui, le lendemain, dépasse la moyenne de $0^{mm},95$; à l'apogée, chute et ressaut de $0^{mm},75$; au DQ, retour à la cote du PQ.

» La courbe du premier mois est surtout affectée par la montée du solstice et les grandes ondulations déjà constatées en avant et à la suite. La courbe du troisième mois est, sauf l'abaissement progressif des pressions, sensiblement conforme à celle du deuxième.

» Dans les trois mois, les plus grands abaissements, lesquels dépassent de beaucoup les mouvements des moyennes de la zone, ont lieu :

Sur les secteurs	1 et 3,	aux jours de la Lune,	6, 12, 18, 24, 29 ou 30
»	6	»	2, 5 ou 6, 9, 13 ou 14, 20, 27
»	9	»	16, 19, 23
»	12	»	4, 14, 21
»	18	»	5, 11, 14, 20, 27
»	24	»	5, 11, 16, 24
»	30	»	1 ou 2, 14, 20 ou 21, 25 ou 26
»	36	»	5, 24, 29

» Ces résultats ont, sans doute, besoin d'être contrôlés. Mais ils suffisent, assurément, pour établir que le déplacement des points de rupture de la ceinture des calmes est sous la dépendance de la révolution diurne et de la révolution synodique. Ainsi, par exemple, au cas présent, la NL favorise l'arrivée des troubles sur l'Atlantique; la PL la favorise pour le Pacifique.

» Les effets des passages au périgée et à l'apogée varient beaucoup avec

la situation et la marche de la trace de la Lune; ils sont trop compliqués pour qu'on puisse tirer des conclusions fermes de l'examen de trois révolutions anomalistiques. Je résume, sous toute réserve, ce que je puis en déduire :

» *Périgée du* 18 *décembre* 1882 (*jour* 8 *de la Lune, déclinaison ascendante* $+6^\circ,3'$). — Sur 40° à 60° en avant et en arrière du méridien du passage, abaissement atteignant jusqu'à 5^{mm}; relèvement à peu près général sur le reste de la zone; persistance de l'abaissement pendant trois jours sur le méridien du passage;

» *Les trois apogées* (*jours* 21 *à* 17, *déclinaison de* $-3^\circ,3'$ *à* $-5^\circ,31'$, *descendante*). — Léger abaissement au méridien du passage de l'antipode de la Lune; sur les 40° à 80° en arrière, relèvement pouvant atteindre 5^{mm}; persistance de ce relèvement local pendant deux jours. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Au sujet du traitement des morsures de serpents venimeux par le chlorure de chaux et par le sérum antivenimeux.* Note de M. **A. Calmette**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Communication présentée à la dernière séance au sujet du mode d'action du chlorure de chaux sur le venin des serpents, MM. Phisalix et Bertrand me prêtent des théories que je n'ai jamais émises en aucun de mes Mémoires relatifs au même sujet.

» Ces expérimentateurs disent que j'attribue au chlorure de chaux le pouvoir de produire une *réaction vaccinale*. Ceci est inexact.

» J'ai observé à diverses reprises que des lapins auxquels on vient d'injecter, pendant plusieurs jours de suite, par voie sous-cutanée, 1^{cc} ou 2^{cc} d'une solution d'hypochlorite de chaux purifié (titrant environ $0^{lit},800$ de chlore par 1000^{cc}) peuvent résister à l'inoculation d'une dose de venin mortelle en trois à quatre heures pour les témoins, et que le sérum de ces lapins qui ont résisté peut manifester, par son mélange *in vitro* avec le venin, des propriétés antitoxiques faibles, mais comparables à celles du sérum des animaux vaccinés.

» J'ai pris soin, en relatant ce fait, d'ajouter que le phénomène est dû *probablement à ce que le sérum contient encore un peu d'hypochlorite*, précisément pour bien indiquer que je ne l'attribuais point à une réaction vaccinale (*Annales de l'Institut Pasteur*, mai 1894, p. 286).

» D'autre part, mes contradicteurs, sans nier formellement l'utilité pratique des injections de chlorure de chaux pour détruire le venin, prétendent que ce corps n'est actif qu'à la condition d'être inoculé dans le trajet même de la morsure et non à son voisinage. Ils accusent, en outre, ces injections, de mortifier les tissus.

» J'ai constaté, au contraire, et plusieurs expérimentateurs ont constaté avec moi, que le chlorure de chaux empêche parfaitement l'envenimation lorsqu'on l'injecte *autour* du siège de l'inoculation venimeuse, dans la profondeur des tissus. Ces injections, effectuées avec la solution faible indiquée ci-dessus, ne produisent jamais d'escharres chez le lapin, le chien, l'âne, le cheval et l'homme. Elles en produisent quelquefois seulement chez le cobaye.

» Depuis que j'ai proposé de traiter les morsures de serpents venimeux par le chlorure de chaux, des expériences concluantes au sujet de leur efficacité ont été faites sur l'homme, particulièrement en Australie, par le professeur Halford, de Melbourne. Plusieurs cas parfaitement nets de guérison m'ont été communiqués, et je me réserve de les publier ultérieurement.

» En ce qui concerne l'application de la sérumthérapie aux morsures venimeuses, je dois dire que la méthode qui m'a permis d'obtenir mon sérum anti-venimeux n'a aucun rapport avec celle préconisée par MM. Phisalix et Bertrand. J'immunise mes grands animaux (chevaux et ânes) au moyen de venin de *cobra capel* mélangé de chlorure de chaux d'abord, puis avec le venin pur à doses croissantes, puis avec d'autres venins d'origines très diverses. Le sérum que j'obtiens actuellement, et dont j'expédie d'assez grandes quantités dans l'Inde, aux Antilles et en Australie, est actif au $\frac{1}{100000}$, c'est-à-dire qu'il suffit d'injecter à des lapins, préventivement, une quantité de sérum égale à $\frac{1}{100000}$ de leur poids pour leur permettre de supporter, une heure après, sans être malades, une dose de venin capable de tuer les témoins en trois ou quatre heures.

» On peut obtenir des effets thérapeutiques encore parfaitement nets avec ce sérum une heure et demie après l'inoculation d'une dose de venin mortelle en trois heures, à la condition d'en injecter environ 1^{cc} par kilogramme d'animal.

» J'ajouterai enfin que ce sérum s'applique aux morsures de toutes les espèces de serpents venimeux les plus redoutées et les plus répandues dans l'ancien et le nouveau monde. »

M. **Fernand Jonteux** adresse la description d'un remède appliqué au Para contre la morsure des serpents venimeux.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juin 1895.

Blessures des vaisseaux sanguins, hémorrhagies, hémostase, par le Dr Verneuil, Membre de l'Institut, professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Paris, G. Masson, 1895; 1 vol. in-8. (Présenté par M. Bouchard.)

Traité de Zoologie médicale et agricole, par M. A. Railliet, professeur d'Histoire naturelle à l'École vétérinaire d'Alfort. Paris, Asselin et Houzeau, 1895; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Juin 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séances des 11 et 18 juin 1895. Paris, G. Masson; 2 fasc. in-8°.

Revue clinique d'Andrologie et de Gynécologie. Rédacteur en chef : M. le Dr P. Hamonic. Paris; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France. Procès-verbal de la Séance du 7 juin 1895. Paris, Chaix; 1 broch. in-8°.

Report of the New-York meteorological Observatory of the Departement of public Parks, Central Parks, New-York city, for the year 1895. New-York, Martin, B. Brown, 1895; 1 vol. in-4°.

Das Konstantinow'sche meteorologische und magnetische Observatorium in Pawlowsk, bei St-Petersburg, von H. WILD. Saint-Pétersbourg, 1895; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Magnetische und meteorologische Beobachtungen und der K. K. Sternwarte zu Prag, im Jahre 1894. Prag, 1895; 1 br. in-4°.

FIN DU TOME CENT VINGTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1895.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXX.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
21729 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.